

Б.С. ЗАЙЦЕВ, В.Ф. ЧЕСНОКОВ

Высокочастотный пост  
«ПВЗУ-Е» и его диагностика  
с применением комплекса  
«РЕТОМ-ВЧ<sub>М</sub>»

*Под редакцией Б.С. Зайцева*

Москва  
Энергоатомиздат  
2009

УДК 621.316.925  
ББК 31.27-005  
312

**Зайцев Б.С., Чесноков В.Ф.**

**312** **Высокочастотный пост «ПВЗУ-Е» и его диагностика с применением комплекса «РЕТОМ-ВЧм»/ Под ред. Б.С. Зайцева. — М.: Энергоатомиздат, 2009. — 172 с.: ил. (Б-ка электромонтера).**

ISBN 978-5-283-03299-3

В книге подробно рассмотрен высокочастотный пост ПВЗУ-Е, его технические данные, принцип работы и методы наладки с применением современного компьютерного комплекса «РЕТОМ-ВЧ».

Показано, как правильно использовать «РЕТОМ-ВЧ» при настройке и проверке всего высокочастотного тракта поста ПВЗУ-Е.

Предназначена для электромонтеров, занимающихся монтажом, наладкой и эксплуатацией релейной защиты сетей высокого напряжения.

УДК 621.316.925  
ББК 31.27-005

ISBN 978-5-283-03299-3

© Авторы, 2009

## Предисловие

Высокочастотные защиты являются основными быстродействующими защитами высоковольтных линий (ВЛ) электропередачи напряжением 110—750 кВ. Особенностью их работы является передача аналоговых и дискретных сигналов по проводам этих же линий. Для этого при помощи высокочастотного передатчика эта информация преобразуется в сигнал высокой частоты (ВЧ), на который не влияет энергия, передаваемая по этой ВЛ. На другом конце провода подключен приемник, который преобразовывает этот сигнал в исходное состояние.

Надежность работы ВЧ-каналов РЗ и ПА и их постоянная готовность зависят как от приемопередатчиков и присоединения (ВЧ-заградителей, конденсаторов связи, фильтров присоединения, ВЧ-кабеля и разделительных фильтров), так и аппаратуры защиты и противоаварийной автоматики.

Аппаратура поста высокочастотной защиты универсального (ПВЗУ) разрабатывалась с учетом устранения недостатков, которые были найдены в ранее выпускаемой аппаратуре. Технические решения, принимаемые еще на стадии разработки аппаратуры, были направлены на достижение максимального соответствия важнейшим показателям качества: универсальность применения, удобство в эксплуатации, отсутствие необходимости пусконаладочных работ, помехоустойчивость и высокая надежность.

Необходимо отметить, что вся ранее выпускаемая ВЧ-аппаратура, требовала больших затрат на наладку и техническое обслуживание, так как была выполнена на дискретных элементах (схемы генератора, фильтры приемника), а для их проверки

необходимо использовать большое количество различной измерительной техники.

В книге подробно рассмотрен высокочастотный пост ПВЗУ-Е, его технические данные, принцип работы и методы наладки с применением современного компьютерного комплекса «РЕТОМ-ВЧ».

Все вопросы и замечания по книге авторы просят направлять по адресу: Чебоксары, НПП «Динамика».

*Авторы*

## Введение

Первый высокочастотный канал защиты был введен в работу в 1936 г. на ВЛ 110 кВ Кашира—Москва.

В 1948 г. начинается производство отечественной аппаратуры постов высокочастотных защит (ПВЗ). Серийный выпуск аппаратуры ПВЗК (с кварцевой стабилизацией генератора) начинается с 1952 г. В это же время появляются отечественные элементы обработки присоединения ВЛ: заградители КЗ-500, фильтры присоединения ОФП-4.

С появлением ВЛ 400 кВ Урал—Средняя Волга—Центр разрабатывается специальная аппаратура ПВЗ-400, фильтры присоединения ФП-400, высокочастотные заградители ВЗ-2000-2.

В 1963 г. заканчивается разработка ВЧ-защит ДФЗП и НВЗП, и выпускается опытная партия аппаратуры. В этих типах защит релейная и высокочастотная части были объединены в единые конструкции с применением первых отечественных полупроводниковых приборов. Аппаратура имела первую автоматическую проверку каналов (АПК).

Комплекты аппаратуры ДФЗП, установленные на Урале, показали высокую надежность, не требовали технических затрат, но, к сожалению, не нашли широкого применения.

В конце 50-х годов появляется универсальный ламповый приемный передатчик ПВЗД, позволяющий работать на линиях длиной до 400 км.

Аппаратура ПВЗК и ПВЗД показала высокую надежность. На некоторых объектах работает до настоящего времени.

В 1970 г. одесский завод «Нептун» начал выпуск ламповых приемо-передатчиков УПЗ-70 взамен аппаратуры ПВЗК и ПВЗД.

С начала 80-х годов завод перешел на выпуск полупроводниковой аппаратуры АВЗК-80 с автоматическим контролем АК-80, который продолжался в течение 10 лет.

К началу 90-х годов в России находилось в эксплуатации несколько тысяч ламповых постов ПВЗК, УПЗ-70, ПВЗД, которые морально и физически устарели и требовали незамедлительной замены.

В 1991 г. в г. Екатеринбург фирмой «Уралэнергосервис» совместно с заводом «Криптон» по инициативе ведущих специалистов служб РЗА уральских энергосистем началась разработка универсального высокочастотного аппарата для замены ранее выпускаемой аппаратуры: ПВЗК, ПВЗД, УПЗ-70, АВЗК-80.

Аппаратура ПВЗУ разрабатывалась с учетом устранения недостатков, которые были найдены в ранее выпускаемой аппаратуре. Технические решения, принимаемые еще на стадии разработки аппаратуры, были направлены на достижение максимального соответствия важнейшим показателям качества: универсальность применения, удобство в эксплуатации, отсутствие необходимости пусконаладочных работ, помехоустойчивость и высокая надежность.

Разработка аппаратуры ПВЗУ была закончена в 1993 г. В 1994 г. аппаратура прошла межведомственную комиссию (МВК).

Серийное производство началось в 1995 г., и до 2000 г. было выпущено около 1000 полукомплектов, которые были установлены в России и за рубежом.

В 2000 г. предприятием «УРАЛЭНЕРГОСЕРВИС» была закончена модернизация ПВЗУ и организован серийный выпуск аппаратуры ПВЗУ-Е. В аппаратуре ПВЗУ-Е переработаны схемы и конструкции блоков и плат, конструктивно пост выполнен в 19-дюймовом корпусе (стандарт МЭК 297), применена современная элементная база.

Имеется исполнение ПВЗУ-Е которое может работать как по ВЧ-каналу, так и по волоконно-оптической линии связи (ВОЛС).

## Общие сведения

### 1.1. Назначение аппаратуры ПВЗУ

Устройство ПВЗУ предназначено для работы по высокочастотным каналам, ВЛ 110—750 кВ или ВОЛС, и работает в комплекте с устройствами релейной защиты (РЗ), выполненными на базе:

- электромеханических реле — дифференциально-фазных (ДФЗ) и направленных (НЗ) токовых защит;
- полупроводниковых элементов (ППЗ);
- цифровых терминалов (ЦВЗ).

Пост выполняет следующие функции:

- передачу и прием сигналов защиты;
- автоматический контроль исправности канала связи и наличия запаса по затуханию ВЧ-сигнала;
- связь в режиме переговорного устройства между всеми пунктами ВЧ-канала в период наладки;
- сервисного устройства для наладки ВЧ-защит.

Предусматриваются следующие варианты работы:

- с двумя приемопередатчиками (прием, передача) на одной частоте;
- с двумя передатчиками в диапазоне частот 24—400 кГц на разных частотах приема и передачи с разносом частот 1,0 или 1,5 кГц, при этом каждый приемник настраивается на частоту дальнего передатчика;
- с тремя передатчиками на линии с отпайкой в диапазоне 24—400 кГц при разносе между частотами передачи 0,5 кГц, при этом каждый приемник настроен на среднюю частоту дальних передатчиков.

Пост предназначен для круглосуточной работы в закрытых производственных помещениях.

## 1.2. Технические данные

Диапазон рабочих частот приемопередатчика — от 24 до 1000 кГц.

Приемопередатчик выполняется в шести исполнениях в зависимости от диапазона рабочих частот: 24—65; 66—120; 121—210; 211—400; 401—600 и 601—1000 кГц.

Рабочая частота стабилизирована кварцевым резонатором и выбирается с шагом 0,5 кГц в диапазоне частот 24—400 кГц и 1 кГц в диапазоне частот 401—1000 кГц.

Мощность ВЧ-колебаний в непрерывном режиме на выходе линейного фильтра на активную нагрузку  $(75 \pm 15)$  Ом, составляет не менее:

- 27 Вт (45 дБ) в диапазоне рабочих частот от 24 до 400 кГц;
  - 20 Вт (43 дБ) в диапазоне рабочих частот от 401 до 1000 кГц;
  - 15 Вт (42 дБ) в диапазоне рабочих частот от 601 до 1000 кГц
- при номинальном напряжении питания и в нормальных климатических условиях.

Входное сопротивление линейного входа ПВЗУ-Е на частоте приема при незапущенном передатчике составляет  $(75 \pm 15)$  Ом.

Остаточное напряжение высокой частоты на выходе незапущенного передатчика, включенного на активную нагрузку  $(75 \pm 15)$  Ом, составляет не более 10 мВ.

При работе поста с релейно-контактными защитами обеспечиваются следующие виды управления передатчиком:

- пуск внешним изолированным размыкающим контактом, напряжение на контактах в разомкнутом состоянии составляет  $(24 \pm 2,4)$  В (подается от приемопередатчика), входное сопротивление цепи составляет не менее 1 кОм;
- пуск с помощью контрольной кнопки «Пуск»;
- останов внешним изолированным замыкающим контактом. Останов имеет преимущество перед остальными видами управления передатчиком;
- безынерционный пуск от постоянного напряжения.

Напряжение безынерционного пуска, при котором мощность ВЧ-колебаний на выходе линейного фильтра передатчика достигает максимального значения, напряжение полного пуска регулируется в пределах от 3,5 до 5,5 В. Задержка безынерционного пуска после снятия напряжения безынерционного пуска составляет 0,3—1 с.

При работе поста с полупроводниковыми защитами управление работой передатчика производится путем коммутации в логической части защиты цепи «Пуск ППЗ»:

- пуск выполняется при замыкании этой цепи накоротко или подаче на нее постоянного напряжения от 0 до 2 В, при этом ток, протекающий в цепи не превышает 5 мА;
- останов выполняется при обрыве этой цепи, при этом напряжение на ней не превышает 15 В.

Чувствительность приемника составляет не более 80,0 мВ (−11дБ) в нормальных климатических условиях и при номинальном напряжении электропитания.

При отсутствии на входе приемопередатчика ВЧ-сигнала на выходе приемника должен установиться:

- при работе с ДФЗ — ток покоя равный  $20 \pm 2$  мА. Предусмотрена возможность установки тока покоя  $10 \pm 1$  мА;
- при работе с ДЗ или НЗ — ток покоя не более 0,1 мА.

При поступлении на линейный вход приемопередатчика непрерывного ВЧ-сигнала с частотой настройки приемника и уровнем, превышающим на 10% номинальную чувствительность приемника, на выходе приемника должен установиться:

- при работе с ДФЗ — ток приема с уровнем не более 0,1 мА;
- при работе с ДЗ и НЗ — ток приема с уровнем  $20 \pm 2$  мА;
- при работе с ППЗ — логический уровень постоянного напряжения в пределах от 11 до 15В.

Избирательность приемника при воздействии одночастотной помехи, отстоящей от частоты приема:

- на 5 кГц — не менее 40 дБ;
- на 8 кГц — не менее 50 дБ;
- на 12 кГц — не менее 60 дБ;
- более чем на 12 кГц (но не менее 10% частоты) — 70 дБ.

Полоса пропускания приемника по линейному входу на уровне 3 дБ составляет не менее 1,4—1,6 кГц.

При работе передатчика на сближенных частотах разность значений затухания приемника на частотах передачи и приема, разнесенных на 1,0 кГц, составляет не менее 6 дБ.

Приемопередатчик допускает параллельную работу с устройством, частота которого отстоит от частоты приема на 10% и более, но не менее 12 кГц.

Уровень паразитных излучений на выходе передатчика при номинальной выходной мощности на частотах, отстоящих от частоты передачи на 5, 9, 13 кГц, не превышает соответственно минус 12, 24, 34 дБ.

Приемопередатчик содержит упрощенное переговорное устройство, предназначенное для наладочных работ, которое работает в режиме двустороннего симплекса. Переговорное устройство не влияет на действие защиты, так как сигналы управления приемопередатчиком от защиты имеют приоритет. Органы управления переговорного устройства находятся на лицевой панели блока сопряжения с защитой ВЛ.

Обеспечивается автоматический контроль канала связи, образованного двумя или тремя приемопередатчиками. При действии пусковых цепей защиты, совпадающем по времени с действием автоматического контроля, ложная сигнализация отсутствует.

Контроль исправности канала связи проводится каждым приемопередатчиком периодически, с периодом повторения 4 ч при двухконцевой и 6 ч при трехконцевой линиях.

Интервал между включениями контроля различными приемопередатчиками линии при нормальной периодичности составляет 2 ч, а при ускоренной — 20 или 1 мин.

Периодичность контроля на всех концах линии изменяется по команде, переданной с любого приемопередатчика.

Схема автоматического контроля обеспечивает обнаружение и сигнализацию следующих неисправностей:

- отсутствие сигнала от одного или нескольких передатчиков линии;
- ток выхода приемника при имитации работы ДФЗ имеет провалы длительностью, превышающей значение, заданное в градусах периода промышленной частоты;

- наличие помехи в канале связи;
- отсутствие напряжения манипуляции более 48 ч;
- отсутствие запаса по затуханию при приеме сигналов от одного или нескольких передатчиков линии.

Предусмотрена возможность отключения контроля напряжения манипуляции.

При обнаружении одного из признаков неисправности или предупреждения устройство автоматического контроля включает дополнительный цикл контроля, по результатам которого делает вывод о состоянии канала.

Если при дополнительном цикле контроля зафиксирован признак неисправности, то приемопередатчик, проводивший контроль:

- размыкает контакты реле автоматического вывода защиты из работы;
- замыкает цепь внешней сигнализации неисправности;
- выводит информацию о характере неисправности на табло;
- передает на дальние концы канала информацию о характере неисправности.

Если при дополнительном цикле контроля зафиксировано состояние, соответствующее сигнализации предупреждения, приемопередатчик, проводивший контроль:

- замыкает цепь внешней сигнализации предупреждения;
- выводит информацию о характере предупреждения на табло.

В приемопередатчике (при отсутствии АПК) предусмотрена возможность измерения тока и напряжения выхода ВЧ-передатчика, а также выходного тока приемника при работе с релейно-контактной защитой или выходного напряжения приемника при работе с полупроводниковой защитой. Изменения производит дежурный персонал при помощи встроенного индикатора.

В приемопередатчике предусмотрены выходы для осциллографирования сигналов в цепи контроля работы передатчиков (своего и дальнего) и в выходной цепи приемника.

Среднее время наработки на отказ 20000 ч. Среднее время восстановления поста при наличии ЗИП — 30 мин. Средний срок службы поста в условиях эксплуатации и хранения 10 лет

при соблюдении требований эксплуатационной документации. Масса поста без тары, комплекта запасных частей, принадлежностей и документации — не более 17 кг.

### **1.3. Устройство и работа**

#### **1.3.1. Блок-схема**

С 2000 по 2008 г. проводилась модернизация некоторых блоков аппаратуры ПВЗУ-Е для улучшения технических характеристик и повышения качества аппаратуры. Ниже приводятся блок-схемы разных вариантов исполнения по годам выпуска.

Пост состоит из следующих функциональных структур:

*тракт передачи:*

- ЛФ — линейный фильтр подключения усилителя к линии;
- УМ — усилитель мощности передатчика и схема согласования входного сопротивления приемника с сопротивлением кабеля;
- БС — блок сопряжения с защитой ВЛ;
- Ген.1 и Ген.2 — системы генераторов и синтеза частот;
- СЧ — синтезатор частот;
- ЦФС — блок цифровой фильтрации и синтеза ВЧ-сигналов;

*тракт приема:*

- ГСЧ — генератор синтеза частот;
- ПРМ — приемник;
- ЦПРМ — цифровой приемник;

*управление:*

- ПУ — пульт управления;
- ПРЦ — устройство автоматического контроля системы;

*схема электропитания:*

БП — блок питания

ПН — преобразователь напряжения

**Тракт приема.** При приеме ВЧ-сигнал поступает с линии на вход ЛФ, который на рабочей частоте имеет входное сопротивление  $75 \pm 25$  Ом, т.е. согласован с линией. При расстройке относительно рабочей частоты входное сопротивление ЛФ возрастает, за счет чего обеспечивается параллельная работа постов на различных частотах.

Далее сигнал с выхода ЛФ через часть обмотки выходного трансформатора УМ поступает на вход блока ПРМ, который представляет собой супергетеродинный идентификатор с двойным преобразованием частоты. Первая промежуточная частота (ПЧ) равна 1222 кГц. Селекция по первой ПЧ осуществляется кварцевым фильтром с полосой пропускания 5 кГц. Промежуточная частота второго преобразования равна 17 кГц. Селекция сигнала по второй ПЧ осуществляется полосовым фильтром с полосой пропускания 1,5 кГц. Фильтр обеспечивает ослабление принимаемого сигнала собственного формирователя на 5—10 дБ при работе с разнесом частот передачи и приема на 1,5 кГц, а также совместно с кварцевым фильтром обеспечивает избирательность идентификатора. Вход приемника имеет регулировку чувствительности на 30 дБ ступенями по 10 дБ и плавную в пределах каждой ступени.

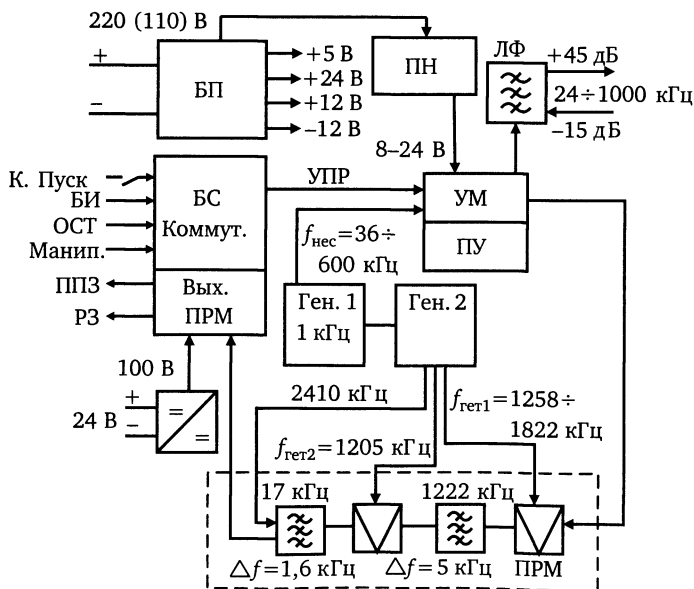
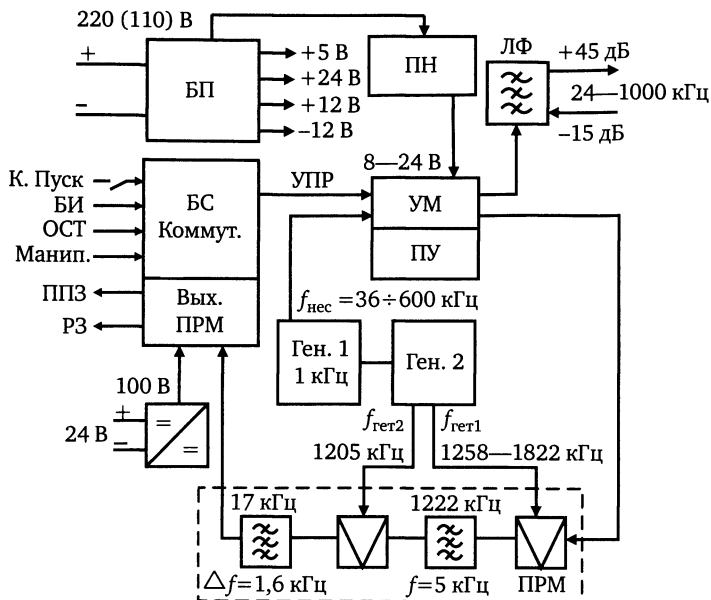
Выходной сигнал второй ПЧ поступает на детектор. К выходу детектора подключены входы двух компараторов. Когда сигнал превышает пороги компараторов, компаратор с меньшим порогом вырабатывает сигнал «Основной», другой компаратор — сигнал «Грубо».

Распайка перемычек позволяет устанавливать соотношение между порогами, равное 6, 9, 12 дБ.

К выходу компаратора «Основной» подключены выходные устройства для работы с релейно-контактными и полупроводниковыми защитами — блок сопряжения. Выбор конкретного вида защиты осуществляется путем установки соответствующих перемычек в БС. А для работы с разными релейно-контактными защитами предусмотрена возможность плавной регулировки выходного тока.

С 2000 по 2002 г. супергетеродинный приемник выполнялся на дискретных элементах. Он имел структуру с двойным преобразованием частоты. Первый преобразователь выполнен с использованием кварцевого фильтра на 1222 кГц с полосой 5 кГц. А второй, выполненный на операционных усилителях, — на базе фильтра четвертого порядка с частотой 17 кГц и полосой 1,5 кГц (рис. 1.1).

В 2003 г. в супергетеродинном приемнике вместо второго фильтра на операционных усилителях был применен коммути-



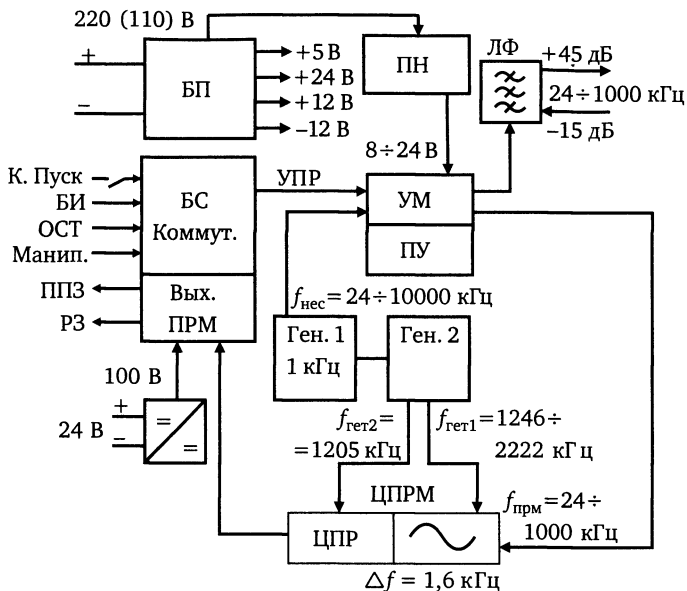


Рис. 1.3

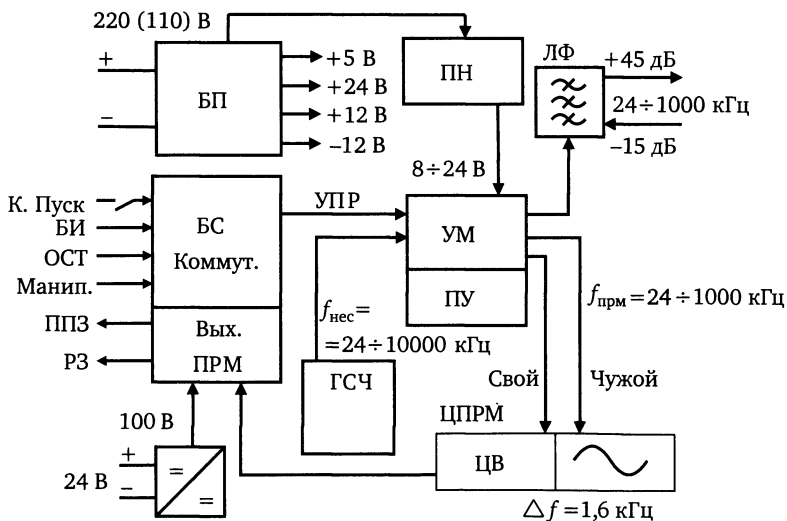


Рис. 1.4

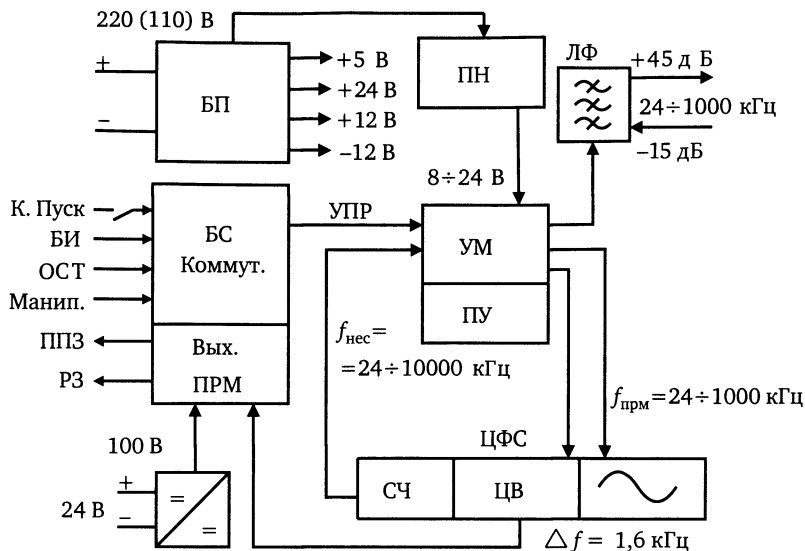


Рис. 1.5

руемый фильтр, с частотой коммутации 2410 кГц. Он работает также на частоте 17 кГц и имеет полосу 1,5 кГц (рис. 1.2).

С 2004 по 2005 г. устройство ПВЗУ-Е выпускалось с цифровым приемником и изменилась генераторная система Ген. 1 и Ген. 2 для получения другой несущей частоты (рис. 1.3).

В 2006—2007 г. пост выпускался с измененным цифровым приемником, а вместо двух генераторов для получения несущей частоты 24—1000 кГц с шагом 0,5 кГц стали применять блок синтезатора частот (рис. 1.4).

В 2008 г. вместо генераторов и приемника внедрили блок цифровой фильтрации и синтеза ВЧ-сигналов (ЦФС) (рис. 1.5).

**Тракт передачи.** Сигнал несущей частоты поступает от блока «Ген.» на вход УМ в виде прямоугольных импульсов формы «меандр». Этот сигнал управляется информацией, поступающей от БС со стороны релейной защиты.

В блоке УМ готовый сигнал усиливается широкополосным усилителем до уровня выходной мощности 20—27 Вт и поступает на вход ЛФ, который выделяет из этого сигнала первую гармонику. Сигнал с выхода ЛФ поступает в линию.

### 1.3.2. Блок линейного фильтра

Линейный фильтр (рис. 1.6) предназначен:

- для выделения первой гармоники из сигнала блока УМ;
- обеспечения параллельной работы изделий на соседних частотах;
- защиты цепей, подключенных к ЛФ от перенапряжений, возникающих на линии;
- согласования УМ с линией.

Характеристики фильтра приведены ниже.

|                                                                                                                       |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Входное сопротивление, Ом .....                                                                                       | 75±15 |
| Выходное сопротивление, Ом .....                                                                                      | 75±15 |
| Рабочее затухание, дБ, не более .....                                                                                 | 2     |
| Вносимое затухание для параллельного канала на частоте<br>±10% от края полосы, но не менее 12 кГц, дБ, не более ..... | 1     |

В зависимости от диапазона рабочих частот, линейный фильтр выпускается в шести исполнениях:

|                                         |                                                  |        |         |         |         |          |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|----------|
| Индуктивность контуров .....            | 10                                               | 5      | 1,8     | 1,1     | 0,5     | 0,23     |
| Диапазон частот, кГц .....              | 24—85                                            | 55—200 | 120—280 | 260—500 | 450—700 | 600—1000 |
| Полоса пропускания на уровне 3 дБ ..... | 4±0,5% частоты настройки,<br>но не менее 3,5 кГц |        |         |         |         |          |

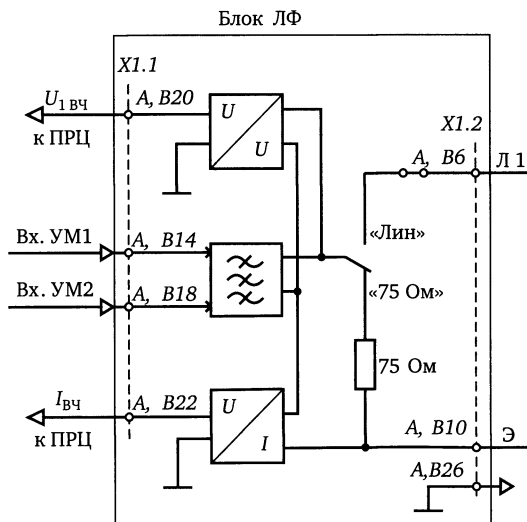


Рис. 1.6

Линейный фильтр (приложение 1) построен по дифференциально-мостовой схеме и состоит из конденсаторов  $C1^*$ ,  $C2^*$ , катушек индуктивности  $L1$ ,  $L2$  и трансформаторов  $T1$ ,  $T2$ . Настройка ЛФ на конкретную частоту осуществляется установкой соответствующей комбинации из числа конденсаторов  $C1^*$ ,  $C2^*$ .

Согласующий трансформатор  $T1$  на входе фильтра обеспечивает входное сопротивление фильтра 75 Ом.

Линейный фильтр содержит устройство измерения параметров тока выхода и напряжения входов приемопередатчика.

Линейный фильтр имеет нагрузочный резистор сопротивлением 75 Ом и мощностью рассеяния 36 Вт, при помощи которого можно осуществлять проверку работоспособности усилителя мощности изделия.

### 1.3.3. Система генераторов

Система генераторов состоит из двух блоков: Ген. 1 и Ген. 2 (рис. 1.7). Она предназначена для формирования стабильных сигналов второго гетеродина приемника с частотой 1205 кГц, первого гетеродина приемника в диапазоне частот 1258—1822 кГц и сигнала несущей частоты передатчика в диапазоне частот 36—600 кГц. Кроме того, в системе генераторов формируется вспомогательный сигнал удвоенной частоты первого гетеродина (2410 кГц).

**Блок Ген. 1** представляет собой генератор с фазовой автоподстройкой частоты (ФАПЧ) и окончного делителя для получения нужного значения частоты несущей. ФАПЧ состоит из генератора, управляемого напряжением, ГУН (рис. 1.8), делителя частоты (рис. 1.9), схемы сравнения частот с усилителем сигнала рас- согласования.

Генератор, управляемый напряжением, выполнен на контуре  $LC$  с набором конденсаторов, подключаемых с помощью переключателей  $JP1—JP5$ , регулируемым элементом является варикап. Диапазон перестройки частоты 1664—3328 кГц.

С помощью переключателей  $JP24—JP35$  (рис. 1.9) производится параллельная запись для задания необходимого коэффициента деления.

Схема сравнения частот происходит на фазовом детекторе, куда поступают две частоты: частота ГУН, поделенная до 1 кГц,

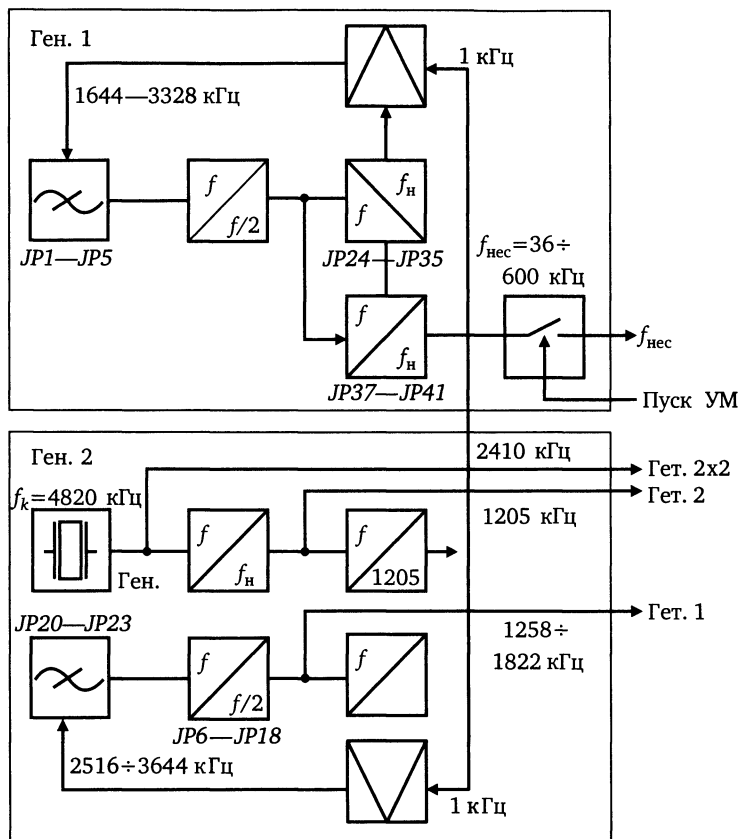


Рис. 1.7

и опорная частота кварцевого генератора  $1\text{ кГц}$ , поступающая с платы **Ген. 2**.

Конечный делитель частоты (рис. 1.10) устанавливает переменный коэффициент деления с помощью переключателей **JP37—JP41**, для получения частоты несущей  $36\text{--}600\text{ кГц}$ .

Коэффициент деления выбирается с помощью переключателей **JP37—JP41**.

**Блок Ген. 2** представляет собой такой же генератор с ФАПЧ (рис. 1.11). Отличие заключается в следующем: **ГУН2** настраивается на диапазон частот  $2516\text{--}3644\text{ кГц}$  и нет окончного делителя частоты.

В блоке **ГЕН2** установлен кварцевый генератор на  $4820\text{ кГц}$

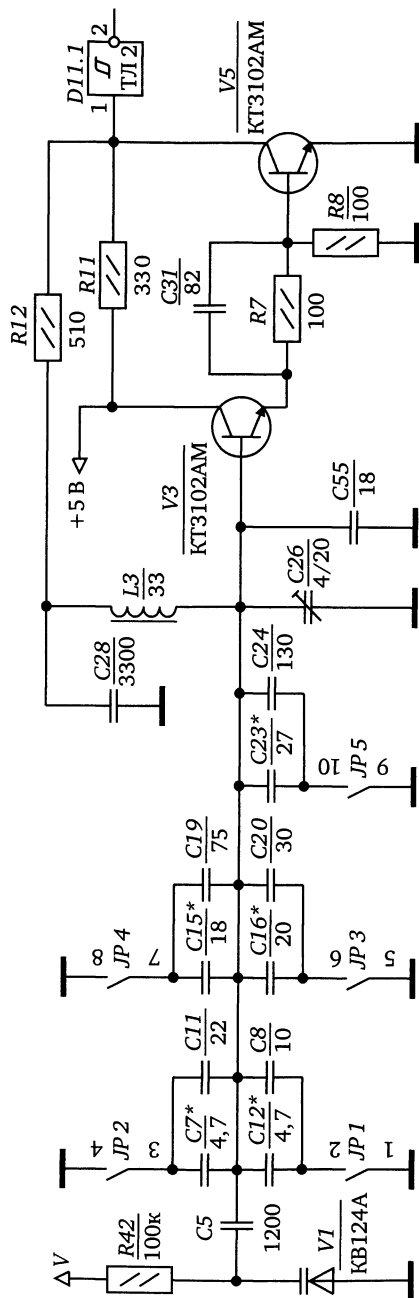


Рис. 1.8

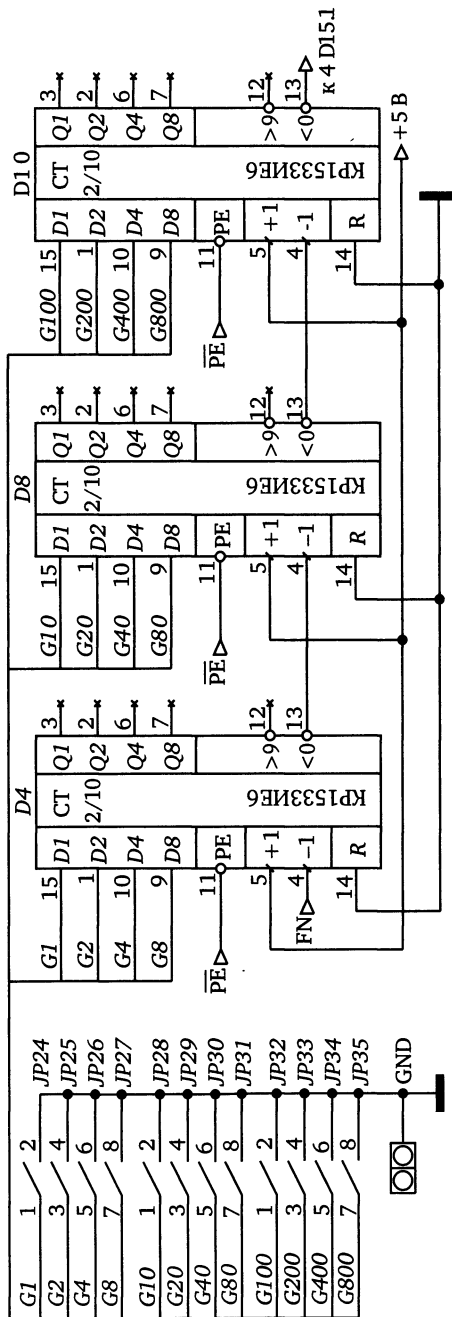


Рис. 1.9

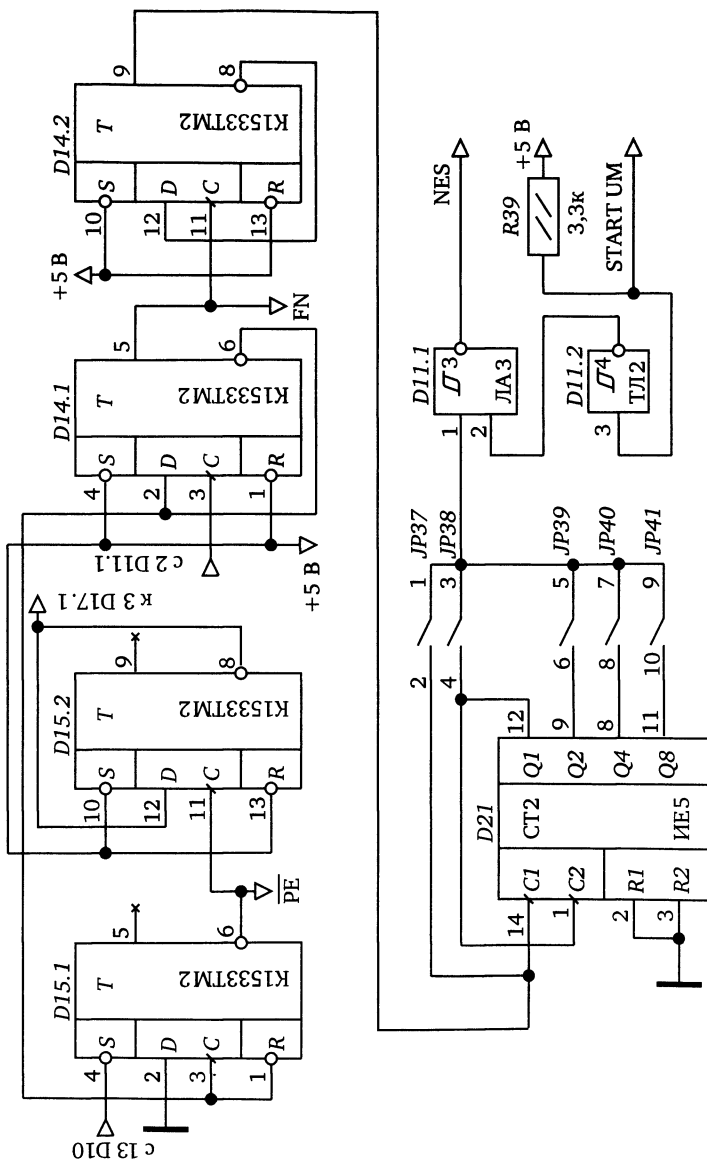


Рис. 1.10

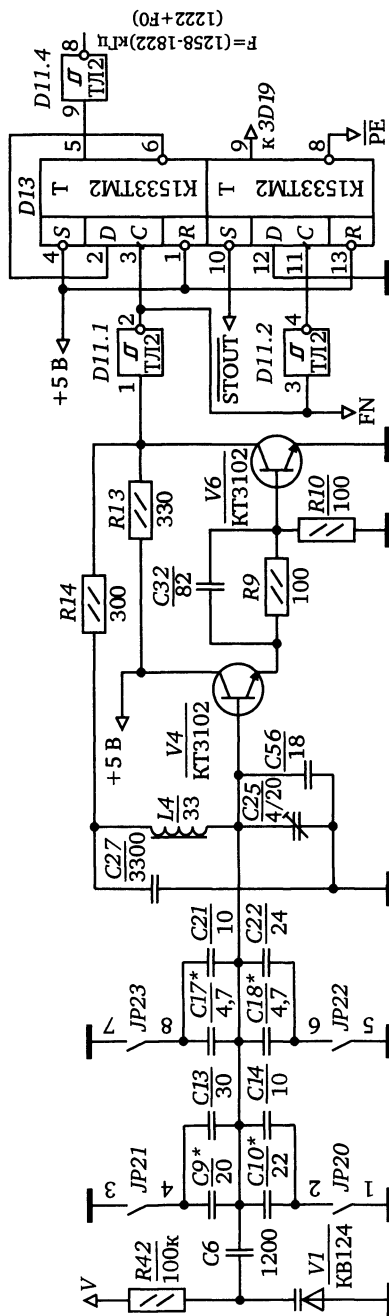


Рис. 1.11

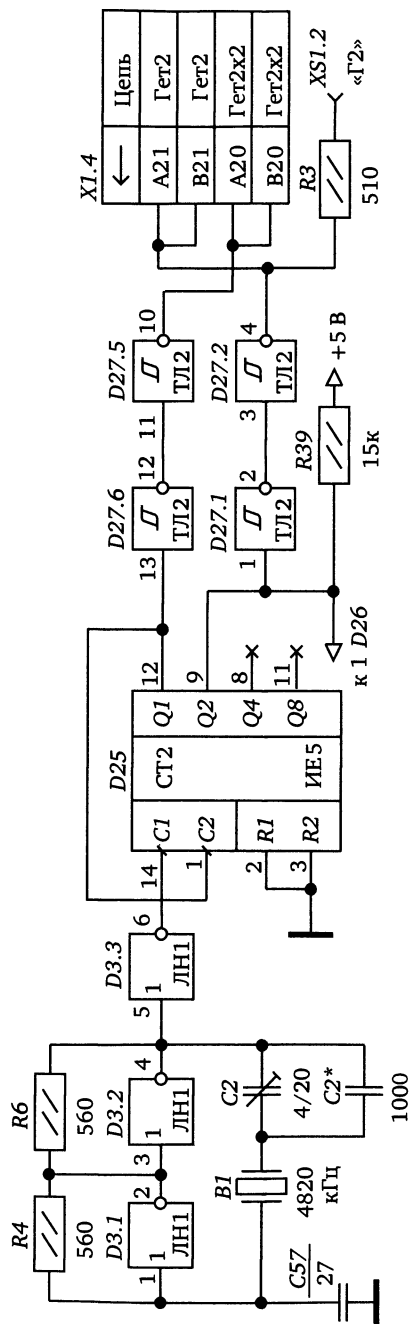


Рис. 1.12

для получения частоты второго гетеродина 1205 кГц и опорной частоты 1 кГц (рис. 1.12).

### 1.3.4. Схема блока синтеза частот

В блоке синтеза частот (СЧ) формируется сигнал несущей частоты в диапазоне от 24 до 1000 кГц. Шаг задания частоты — 1 Гц. Принцип работы блока выполнен на прямом синтезе требуемой частоты из базовой — 24 МГц.

На функциональной схеме (рис. 1.13) представлены следующие основные узлы:

- ДР — делительный регистр синтезатора частоты;
- ТГ — тактовый генератор частотой 24 МГц;
- CPU — управляющий микроконтроллер;
- ТСГ — тактовый стабильный генератор частотой 32 768 Гц;
- ИЗМ — измеритель частоты;
- ЭТ — эталонный таймер.

Кроме того на функциональной схеме не показаны, но в состав блока входят: удвоитель несущей частоты; микросхема программируемой логики; монитор питания, линейный стабилизатор напряжения +3,3 В, а также выходные элементы для гальванической развязки канала связи с внешним компьютером — буферный инвертор и оптроны.

В этом блоке задание и контроль за текущей несущей частотой

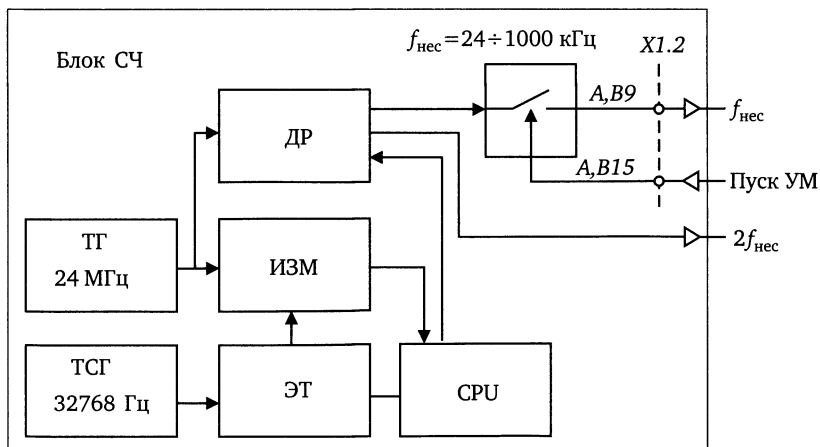


Рис. 1.13

те выполняется с помощью управляющего микроконтроллера CPU. Вся необходимая информация в CPU передается из внешнего компьютера 1 раз при настройке. Для этого используется специальная программа, которая входит в комплект поставки устройства.

Несущая частота формируется с помощью цифрового синтезатора частоты. Для этого используется 32-разрядный делительный регистр, который делит опорную частоту в 24 МГц с тактового генератора (ТГ) на определенный коэффициент деления  $K_d$ . Информация о необходимом коэффициенте (коде) деления в этот регистр поступает через последовательную шину данных от CPU. Этот код хранится в энергонезависимой памяти. Требуемый код деления частоты связан с формируемой частотой зависимостью:

$$K_d = 2^{32}(F/F_{\text{Т.Г}}) = (2^{32}/F_{\text{Т.Г}})F,$$

где  $F_{\text{Т.Г}}$  — частота тактового генератора;  $F$  — требуемая частота на выходе тактового генератора.

А так как выходная частота ТГ меняется (она зависит от температуры окружающей среды и напряжения питания), то для стабилизации несущей частоты используется метод измерения ее с последующей коррекцией кода деления. Схема измерителя использует подсчет количества тиков (периодов) несущей частоты за определенное время. Для создания эталонного интервала времени используется термостабилизированный генератор частоты 32768 Гц со стабильностью  $\pm 2 \cdot 10^{-6}$  Гц. Измеритель передает информацию о текущей несущей частоте в микроконтроллер. Он обрабатывает ее и, если отклонение выше критической, то вычисляется новый код деления частоты и в делительный регистр вносится его новое значение.

### **1.3.5. Схема синтеза частот в блоке ЦФС приемника**

Синусоидальный сигнал удвоенной несущей частоты формируется цифровым синтезатором частоты с помощью буферного элемента  $DD7^*$  (триггер Шмидта), синусоидальный сигнал пре-

---

\* Используется обозначения элементов в соответствии с заводской документацией. Полная электрическая принципиальная схема устройства в книге не приводится.

образуется в импульсный. Далее сигнал поступает на делитель с коэффициентом 2, расположенный в логическом узле 2 на DD2. С выхода делителя DD2 сигнал несущей частоты поступает на узел логики формирования выходного ВЧ-сигнала ВЧ3 выполненный на DD5. Несущая ВЧ поступает на выходной контакт А,В9 блока ЦФС через буферный элемент DD4.2 в случае, если активен один из сигналов пуска: «Пуск», «Пуск АПК», «Ручной пуск», «Пуск ТЛФ». В ином случае на выходном контакте А,В9 блока формируется логический сигнал соответствующий лог.«1».

Код формируемой частоты загружается в синтезатор на этапе инициализации блока управляющим процессором. Отсчет выходного синусоидального сигнала формируется с частотой сигнала тактового генератора DD5 вычислительного ядра (24,576 МГц). Для достижения температурной стабильности синтеза частоты несущего колебания порядка  $\pm 2$  Гц в диапазоне температур от 0 до +45 °С применяется специальный алгоритм температурной компенсации частоты, учитывающей температурную нестабильность тактового генератора вычислительного ядра.

С помощью специального термостабильного генератора DD6 с частотой 32768 Гц алгоритмом формируются высокостабильные интервалы времени для измерения частоты тактового генератора вычислительного ядра. Значение измеренной частоты присутствует в формуле расчета кода деления частоты, загружаемого в синтезатор частот. Измерение производится с периодом 250 мс. При отклонении частоты тактового генератора более чем на 20 Гц происходит пересчет кода частоты и перезагрузка его в синтезатор частот.

В том случае, если активен один из сигналов: «Пуск», «Пуск АПК», «Пуск ТЛФ» или ручной пуск, формируется сигнал «Пуск УМ» и разрешается формирование выходного ВЧ-сигнала.

С помощью схемы соблюдения приоритетов пусков, реализованной в логическом узле 2, управление формированием выходного ВЧ-сигнала от терминала защиты прерывает формирование ручного пуска, пуска автоматического контроля блока ПРЦ или пуска от модуля переговорного устройства.

Сигнал «Запрет АПК» сообщает вычислительному ядру об активности в данный момент сигнала пуска от терминала защиты.

Ручной пуск формируется при помощи нажатия клавиши «Пуск» на лицевой панели блока. Для формирования ручных манипулированных пусков в логическом узле 2 реализована схема модуляции выходного ВЧ-сигнала периодом тока промышленной частоты, передаваемой посредством сигнала «К. Манип.», поступающего с выхода блока сопряжения (БС).

Отклики выходных сигналов «К. Осн», «Вых. ПРМ» и «К. Грубо» при пуске своего передатчика формируются с помощью специального алгоритма, вносящего в отклики задержки, отдельно по фронту и по спаду относительно суммарного сигнала пуска УМ. Данные задержки необходимы для компенсации задержек обработки принимаемого ВЧ-сигнала в комплексном цифровом фильтре подканала ВЧЗ.

Для обеспечения наладочной связи с удаленными постами блок ЦФС по команде оператора переводит УМ и ПН в режим амплитудной модуляции (АМ), приводя сигналы «ПН  $U/2$ » и «Вкл. АМ» в активное состояние. Передача речи на удаленный пост производится при нажатии кнопки «Пуск» на лицевой панели блока, при этом внутри вычислительного ядра формируется сигнал «Пуск ТЛФ», поступающий на схему приоритетов пусков в логическом узле 2.

### **1.3.6. Аналоговый блок приемника**

Блок-схема дискретного модифицированного приемника (ПРМ) разработки 2003 г. представлена на рис. 1.14. Блок ПРМ предназначен для выделения сигнала дальнего приемопередатчика из спектра сигналов и помех, принимаемых по проводам воздушной линии электропередачи, а также для приема сигнала своего передатчика. В режиме переговорного устройства блок обеспечивает демодуляцию принимаемых речевых сигналов.

В состав блока входят:

- канал преобразования частот сигналов;
- канал второй промежуточной частоты;
- канал переговорного устройства.

В состав канала преобразования частот сигналов входят:

- узел защиты;
- переключатель сигналов «Свой/Чужой»;
- LC-фильтр нижних частот с частотой среза 0,8 МГц;



нюатора —  $S2.1$  «20 дБ», т.е. при установке переключателя  $S2.1$  в положение «ON» происходит ослабление сигнала на 20 дБ.

Далее сигнал поступает на первый смеситель, в котором входной сигнал смешивается с сигналом первого гетеродина (1258—1822 кГц). Кроме того, с выхода синхронного детектора сигнал поступает на вывод  $X1:A, B12$  и далее в блок ПРЦ для контроля уровня сигнала ВЧ.

С выхода первого смесителя сигнал через аттенюатор  $S1.1$  «15 дБ» и  $S1.2$  «30 дБ» поступает на эмиттерный повторитель, который выполнен по симметричной схеме на транзисторах и предназначен для получения низкого выходного сопротивления, необходимого для обеспечения согласования с кварцевым фильтром  $Z1$ .

Сигнал первой промежуточной частоты (ПЧ)  $f_{ПЧ1}$  снимается с выхода эмиттерного повторителя, выделяется фильтром  $Z1$  и поступает на второй смеситель. Кварцевый фильтр (1222 кГц) обеспечивает подавление помех, отстроенных более чем на 2,5 кГц от частоты настройки.

Второй смеситель выполнен на микросхеме K174ПС1. Сигнал первой промежуточной частоты с фильтра  $Z1$  поступает на модулятор, который управляется сигналом второго гетеродина «Гет. 2» (частота 1205 кГц). Сигнал второй промежуточной частоты через переходной конденсатор  $C21$  поступает на вход фильтра второй промежуточной частоты (17 кГц). Этот полосовой фильтр 4-го порядка реализован на операционных усилителях и переключающих конденсаторах. В качестве тактовой частоты фильтра используется удвоенный сигнал второго гетеродина (2410 кГц).

Этот смеситель совместно с компаратором представляет собой синхронный детектор и предназначен для формирования сигнала канала переговорного устройства.

Сигнал с выхода фильтра через плавный аттенюатор  $R29$  поступает на усилитель, где вторая промежуточная частота усиливается и через детектор поступает на компараторы «Основной» и «Грубый». Потенциометр  $R29$  позволяет плавно регулировать чувствительность блока, уменьшая его дополнительно на 15 дБ.

Сигнал «Основной» через буферные элемент сигналы ТТЛ-уровня поступает в блок БС («Вых. ПРМ»), блок ПРЦ («К. Осн.») и на индикатор «Осн.», расположенный в блоке ПРМ.

С выхода компаратора «Грубый» через буферные элементы сигналы ТТЛ-уровня поступают в блок ПРЦ («К. Грубо») и на индикатор «Грубо», расположенный на лицевой панели блока ПРМ.

Полоса пропускания блока от входа канала преобразования до выхода усилителя второй ПЧ составляет не менее 1500 Гц.

*В состав канала переговорного устройства входят:*

- НЧ-фильтр;
- регулятор громкости *R48*;
- схема управления;
- усилитель НЧ.

Низкочастотный фильтр выполнен на операционном усилителе. С его выхода низкочастотный сигнал через регулятор громкости *R48* поступает на схему управления

Схема управления предназначена для устранения ВЧ-шума от громкоговорителя в дежурном режиме приемопередатчика.

В зависимости от состояния управляющего сигнала «Откл. ТЛФ» на выход схемы управления поступает либо НЧ-сигнал с регулятора громкости *R48*, либо сигнал звуковой сигнализации от блока ПРЦ «Зуммер».

С выхода усилителя усиленный по мощности сигнал через разделительный конденсатор *C63* поступает на выход «ГД» блока ПРМ.

### **1.3.7. Цифровой приемник**

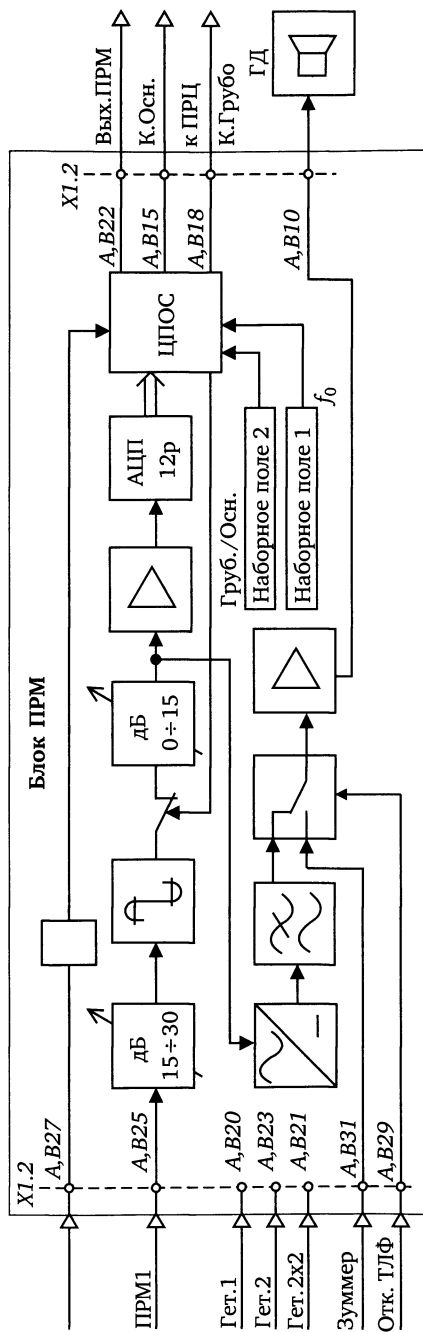
Блок-схема цифрового приемника выпуска 2004 г. представлена на рис. 1.15. Приемник может применяться с генераторной системой Ген. 1 и Ген. 2 для получения частоты канала 36—600 кГц (см. рис. 1.3), или с синтезатором частоты СЧ для получения частоты канала 24—1000 кГц (см. рис. 1.4).

*В состав блока входят:*

- канал предварительной обработки;
- канал цифровой обработки;
- канал переговорного устройства;
- узел арбитражной логики.

*В состав канала предварительной обработки входят:*

- входной аттенюатор со ступенями: 15, 30 дБ, *SW5—SW6*);
- усилитель-ограничитель;



- переключатель сигналов «Свой/Чужой»;
- LC-фильтр нижних частот (ФНЧ) с частотой среза 1,5 МГц;
- аттенюатор плавной регулировки 15 дБ (R102, R29);
- усилитель-повторитель.

В состав канала цифровой обработки входят:

- АЦП с блоком программируемой логики;
- процессор обработки сигналов (ЦРОС) с ПЗУ;
- арбитражная логика;
- наборное поле переключателей настройки приемника (SW1—SW3).

В состав канала переговорного устройства входят:

- НЧ-фильтр;
- усилитель с регулятором громкости R48;
- схема управления;
- усилитель НЧ.

Сигнал ВЧ (24—1000 кГц) с входа X1:A,B25 поступает на входной трехступенчатый аттенюатор. Первая ступень имеет фиксированное затухание 10 дБ и ограничивает чувствительность приемника на уровне 74 мВ, а два другие во включенном состоянии добавляют по 15 дБ.

Если сигнал «Свой/Чужой» (пуск УМ) равен логической 1 — «Чужой» (уровни ТТЛ), то ВЧ-сигнал с выхода переключателя поступает на ФНЧ, далее, через плавный аттенюатор 15 дБ (регулятор «КОРР» на лицевой панели) и цепь формирования постоянной составляющей с уровнем 2,5 В, на усилитель-повторитель. С его выхода сигнал подается на АЦП. Параметры фиксированного аттенюатора и ограничителя подобраны таким образом, что, когда на входе ЛФ действует ВЧ-сигнал с уровнем действующего значения 37 В, на входе АЦП действует сигнал с размахом 5 В, что соответствует началу работы ограничителя.

Если сигнал «Свой/Чужой» (пуск УМ) равен логическому 0 — «Свой», то переключатель на время действия данного сигнала закорачивает вход ФНЧ, и канал цифровой обработки ведет псевдоприем своего сигнала.

Аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) производит оцифровку ВЧ-сигнала 12-разрядным кодом. Выборки сигнала снимаются с частотой 1500 кГц и через предварительный буфер поступают в процессор обработки сигналов, который выполняет

цифровую фильтрацию. Конечным результатом работы алгоритма являются логические сигналы: «К. Осн», «Вых. ПРМ» и «К. Грубо» на выходе блока ПРМ. Сигналы «К. Осн» и «К. Грубо» дублируются зажиганием светодиодов на лицевой панели блока ПРМ и используются блоком ПРЦ для автоматической проверки ВЧ-канала.

Арбитражная логика и блок программируемой логики обслуживают процессор обработки сигналов при начальной загрузке и выполняют вспомогательные функции при приеме и формировании логических сигналов.

Напряжение питания внешних цепей процессора обработки сигналов +3 В и напряжение питания ядра процессора обработки сигналов +2,5 В формируются из напряжения +5 В линейными стабилизаторами.

### **1.3.8. Блок сопряжения**

Блок сопряжения (БС) предназначен для:

- принятия управляющих сигналов от защит всех типов;
- формирования сигналов управления передатчиком от защиты и устройства АПК;
- формирования выходных сигналов приемника;
- управляющих сигналов для схемы автоконтроля.

Также в блоке выполнен контроль выходных цепей приемника, а в плату процессора передается импульс тока приема.

Структурная схема блока сопряжения показана на рис. 1.16.

Блок состоит из двух частей — схемы преобразования входных сигналов и схемы формирования выходных сигналов:

- преобразования входного управляющего сигнала «Пуск ППЗ/РЗ»;
- преобразования входного управляющего сигнала «Останов» (или «Запрет пуска»);
- преобразования входного сигнала манипуляции «Манип.»;
- преобразования входного сигнала безынерционного пуска «Пуск БИ»;
- выходного сигнала управления передатчиком;
- выходного сигнала управления током выхода приемника РЗ и напряжения выхода приемника ППЗ;
- выходного сигнала управления автоконтролем;

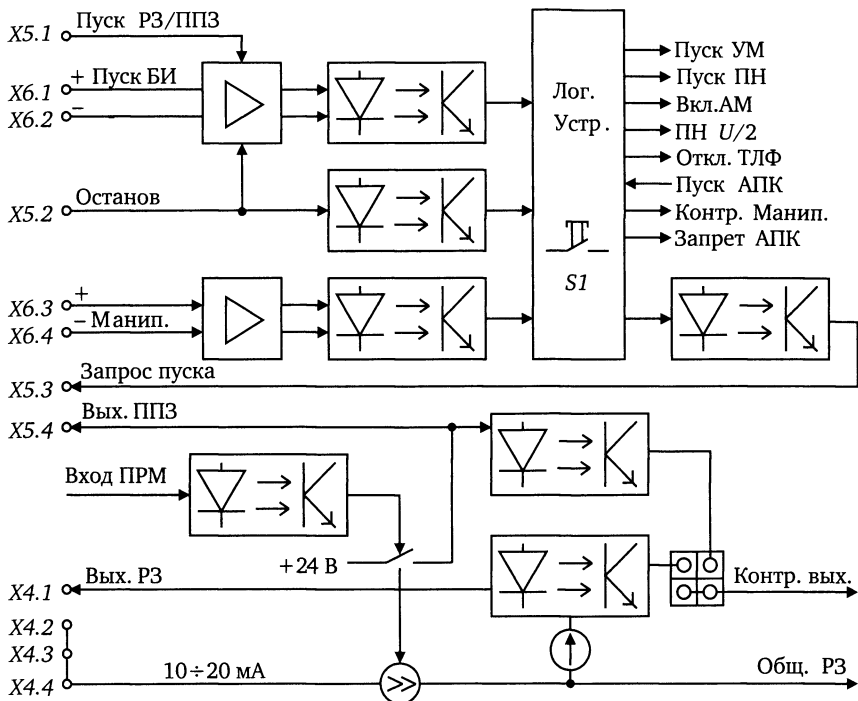


Рис. 1.16

• выходного сигнала управления переговорным устройством.

В блоке осуществлена гальваническая развязка управляющих сигналов защит с помощью оптопар.

В цепи манипуляции «Манип.» и «Пуск БИ» стоят усилители-компараторы и оптронная развязка. Также оптронная развязка выполнена по цепям управления, выхода приемника, цепей контроля и платы ПРЦ.

Через логическое устройство осуществляются:

- управление («Пуск УМ»);
- пониженный режим усилителя мощности;
- модуляция при организации связи;
- управления АПК;
- пуск, запрет и контроль манипуляции;
- приоритеты управления передатчика перед вспомогательными режимами АПК.

Преобразователь 24/100 В питает выходную цепь приемника для получения тока 10—20 мА для релейных защит и уровня логических сигналов 13—15 В для полупроводниковых защит.

### ***1.3.9. Устройство автоматической проверки канала***

Устройство автоматической проверки канала (АПК) предназначено для проверки работоспособности ВЧ-канала связи при работе на двухконцевой или трехконцевой линиях электропередачи.

Автоматический контроль осуществляется с периодичностью повторения 1 раз в 4 ч при двухконцевой линии или 1 раз в 6 ч при трехконцевой линии. Предусмотрена возможность изменения (только уменьшения) интервала времени периодичности проведения автоконтроля.

Устройство АПК осуществляет обнаружение и световую индикацию неисправностей, при этом замыкаются контакты внешней сигнализации неисправностей и размыкаются контакты, выводя защиту из работы.

Для анализа работы приемопередатчика на вход АПК поступают дискретные и аналоговые сигналы. Последние для цифрового анализа в начале проходят оцифровку при помощи специального АЦП, входящего в состав ПРЦ. Выходные логические сигналы АПК в основном предназначены для сообщения о неисправности и выводе приемопередатчика из работы. Ниже дан полный перечень сигналов АПК.

*Входные дискретные сигналы:*

- контроль основного приемника;
- контроль грубого приемника;
- сбой генератора;
- контроль манипуляции;
- запрет АПК;
- контроль передатчика;
- контроль выхода;
- вход телекоманды.

*Цепи измерений на АЦП:*

- напряжение выхода передатчика;
- напряжение выхода ВЧ;
- ток выхода ВЧ;
- напряжение выхода при симметричной схеме.

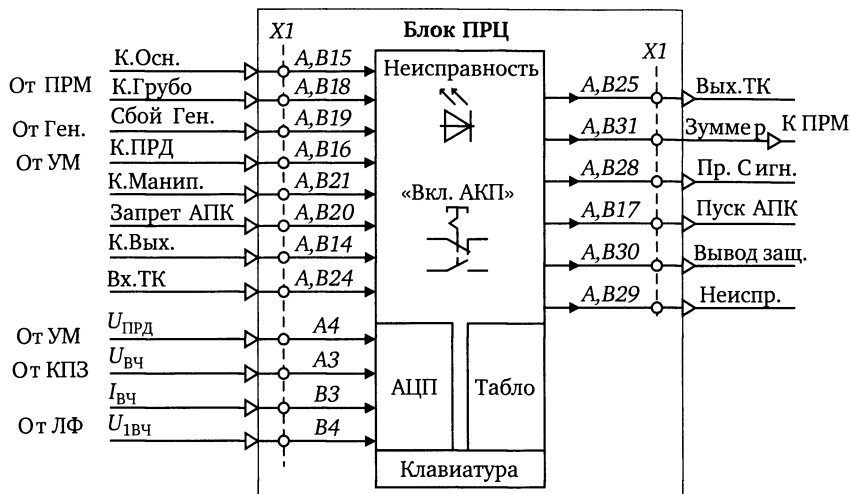


Рис. 1.17

### Выходные цепи:

- выход телекоманды;
- зуммер;
- предупредительная сигнализация;
- аварийная сигнализация;
- вывод защиты;
- пуск АПК.

Функции контроля работоспособности основных узлов приемопередатчика реализовано аппаратно в блоке ПРЦ (рис. 1.17), а функции автоматической проверки канала реализуются программно-аппаратным путем.

При включении питания приемопередатчика блок ПРЦ вырабатывает на выходе «Пуск АПК» кодовую комбинацию вызова, в соответствии с этой кодовой комбинацией манипулируется сигнал передатчика.

На всех концах линии связи, в том числе и на передающем, код вызова принимается приемниками, в результате чего происходит запуск соответствующих программных блоков, которые формируют сигналы-отклики. Отклики первого, второго и третьего комплектов представляют собой разнесенные во времени импульсы соответствующих комплектов.

Сигналы откликов анализирует устройство АПК — инициатор контроля. При приеме ответов всех приемопередатчиков канал связи считается исправным.

Отсутствие ответа от какого-либо приемопередатчика воспринимается как неисправность канала связи.

Отсутствие сигнала на выходе «Грубо» воспринимается как увеличение затухания в линии.

В случае обнаружения неисправности при автоматической проверке канала связи производится повторная проверка через небольшой интервал времени и, если неисправность не подтвердилась, устройство АПК остается в штатном режиме работы. Если при повторной проверке неисправность подтвердилась, то устройство АПК формирует сигнал «Вывод защ.», самоблокируется, не оказывая влияния на работу приемопередатчика до вмешательства оператора на любом из концов канала связи.

Вывод защиты из действия осуществляется автоматически. Если по результатам контроля канал признан неисправным, то передатчик передает в линию кодовый сигнал, при приеме которого происходит вывод из действия защиты на всех концах линии.

При работе передатчика от сигналов защиты в блоке сопряжения вырабатывается сигнал «Запр. пров.», который запрещает управление передатчиком от устройства АПК. По окончании действия сигнала «Запр. пров.» система АПК возвращается в обычный режим работы.

### **1.3.10. Блок ПРЦ**

Блок ПРЦ осуществляет следующие программно-аппаратные функции автоматической проверки канала:

- поддерживает заданную периодичность проверок канала;
- управляя передатчиком поста, инициализирует процесс проверки;
- контролирует состояния выходов приемника и передатчика поста;
- отображает текстовую информацию на табло о состоянии канала в соответствии с результатами последней проверки;
- осуществляет звуковую сигнализацию;
- осуществляет световую индикацию;
- формирует сигналы для внешних устройств;

- сохраняет краткий рапорт в энергонезависимой памяти в случае фиксации неисправности;
  - в канале ведёт отсчёт и непрерывную индикацию реального времени;
  - приостанавливает автоматическую проверку канала на время действия сигналов управления от терминалов защиты;
  - производит измерение и индикацию уровня напряжения и тока выходного ВЧ-сигнала;
  - производит запись осциллограмм состояний сигналов на выходах приёмника и передатчика поста. Включение процесса записи производится автоматически:
    - при действии сигналов управления от ВЧ-защиты: «Пуск», «Останов», «Запрет проверки»;
    - при фиксации синхроимпульса команды автоконтроля в цепи выхода приёмника или по команде оператора ПЭВМ при тестировании ВЧ-поста и блока ПРЦ.
- Блок ПРЦ под управлением оператора:
- выполняет измерение тока и напряжения на выходе ВЧ-поста;
  - поддерживает режим настройки рабочих установок устройства АПК;
  - в тестовых режимах:
    - формирует сигналы манипулятора и фазорегулятора;
    - поддерживает функции автономной проверки исправности реле сигнализации и цепей их управления, светодиодной индикации, звуковой сигнализации;
    - поддерживает режим связи с ПЭВМ (по RS-232). ПЭВМ обеспечивает удобный интерфейс для работы с сервисными функциями;
    - осуществляет просмотр и сохранение записанных осциллограмм.

*Основные узлы блока ПРЦ (блок-схема в приложении 2):*

- управляющий процессор;
- массив аналого-цифровых преобразователей;
- энергонезависимая память;
- астрономические часы;
- узел индикации и управления;
- формирователь выходных сигналов;

- драйвер последовательного порта (RS-232).

*Управляющий процессор* — это однокристалльная ЭВМ, выполняющая алгоритмы:

- автоматического контроля канала;
- сервисных и тестовых функций;
- регистрации событий;
- записи осциллограмм пусков защиты.

*Массив аналого-цифровых преобразователей* состоит из шести каналов АЦП встроены в управляющий процессор.

На основной плате блока ПРЦ расположены элементы защиты входов АЦП от недопустимого отклонения ( $<0,0$  В или  $>5,0$  В)

*Энергонезависимая память (flash)* объемом 32К предназначена для сохранения осциллограмм при пусках защиты и фиксации событий при автоматических проверках канала.

*Астрономические часы.* Часы реального времени отсчитывают год (0—99), месяц, дату, часы, минуты, секунды. Встроенный тактовый генератор часов стабилизирован кварцевым резонатором с частотой 32 768 Гц. Связь с управляющим процессором осуществляется по последовательному каналу стандарта I<sup>2</sup>C.

Текущее время устанавливается оператором с клавиатуры блока в режиме меню или через внешний компьютер.

*Узел индикации и управления* состоит из:

- жидкокристаллического индикатора;
- клавиатуры;
- светодиода «Неиспр.»;
- тумблера «АПК-ВКЛ».

Они расположены на лицевой панели блока и представляют собой единый узел индикации и управления. Индикатор имеет табло в две строки по 16 символов (знакомест) и предназначен для отображения символьной информации. Клавиатура содержит шесть кнопок. Текущее состояние клавиш считывается управляющим процессором. Панель управления и индикации подключается к порту «Н» управляющего процессора через разъем X4.

*Формирователь выходных сигналов.* Регистр предназначен для формирования выходных сигнализирующих сигналов блока: «Неисправность», «Предупреждение», «Вывод защ.».

Выходной сигнал «ВА» (Зуммер) формируется управляющим процессором через буферный элемент.

Драйвер последовательного порта (RS-232) выполнен на оптронах AV1, AV2 и организуют схему внешнего порта RS-232 с гальванической изоляцией от цепей аппарата.

*Входные и выходные сигналы и цепи измерения:*

- напряжение на выходе УМ;
- ток выхода передатчика на выходе ЛФ;
- напряжение на выходе ЛФ.

### 1.3.11. Схема электропитания

Блок электропитания (БП) предназначен для снабжения электроэнергией всех узлов схемы приемопередатчика.

Электропитание БП осуществляется от сети оперативного тока, собранной из зарядного устройства и аккумуляторной батареи с номинальным напряжением постоянного тока 220 В и с отклонением не более +20, –40%. Уровень пульсаций не более 8% на частоте пульсаций 150 Гц.

Блок электропитания имеет защиту от «переполюсовки» входного напряжения — ошибка в полярности подключения не приводит к выходу БП из строя.

Время выхода на режим БП от момента включения тумблера «Сеть» не превышает 1 с.

На входе БП допустимы кратковременные провалы до нулевого напряжения длительностью от 0,1 до 1 с. Кратковременные провалы напряжения на входе БП до 0,1 с не приводят к сбою в работе выходных напряжений. Время повторного включения БП после провала не превышает 0,1 с.

Выходные стабилизированные напряжения БП: +5 В, +12 В, –12 В, +24 В.

Выходные параметры БП приведены ниже:

|                                   |         |         |          |          |
|-----------------------------------|---------|---------|----------|----------|
| Выходное напряжение, В . . . . .  | +24     | +5      | +12      | –12      |
| Диапазон изменения, В . . . . .   | +1,0    | +0,15   | +0,6     | +0,6     |
| Амплитуда пульсаций, мВ . . . . . | 100     | 100     | 100      | 100      |
| Ток нагрузки, А . . . . .         | 0,1—0,5 | 0,5—3,0 | 0,05—0,3 | 0,05—0,3 |

Блок питания рассчитан для эксплуатации при окружающей температуре от –25 до + 70 °С и относительной влажности воздуха не более 75%. Он обеспечивает суммарную выходную мощность по всем каналам не менее 30 Вт.

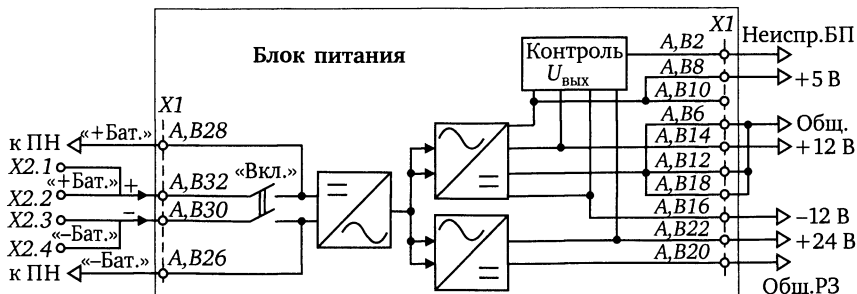


Рис. 1.18

Структурная схема БП показана на рис. 1.18.

Схемотехнически БП представляет собой импульсный обратногоходовой преобразователь напряжения, работающий на частоте 50 кГц. Работой источника питания управляет контроллер — микросхема VPer100, которая вырабатывает сигналы широтно-импульсной модуляции (ШИМ), выполняет функции плавного запуска преобразователя, защиты БП и потребителя от перегрузок. В ее состав входит мощный ключ на полевом транзисторе, коммутирующий ток через первичную обмотку трансформатора T1. Выпрямители выходных напряжений подключены к соответствующим вторичным обмоткам T1.

Работа БП контролируется специальной схемой и при наличии неисправности выводит сигнал «Неиспр. БП». При нормальной работе на этом выходе присутствует логическая «1» (напряжение 4—4,5 В), а при пропадании одного из выходных напряжений БП появляется сигнал аварии — логический «0» (напряжение близкое к нулю).

### 1.3.12. Блок преобразователя напряжения

Питание выходного каскада передатчика осуществляется от отдельного источника, расположенного в блоке преобразователя напряжения (ПН), который из первичного входного напряжения 220 В создает требуемое напряжение для нормальной работы УМ передатчика.

Первичным источником является аккумуляторная батарея с номинальным напряжением 220 или 110 В.

Схема электропитания имеет защиту от перегрузки и коротких замыканий на выходах вторичных источников.

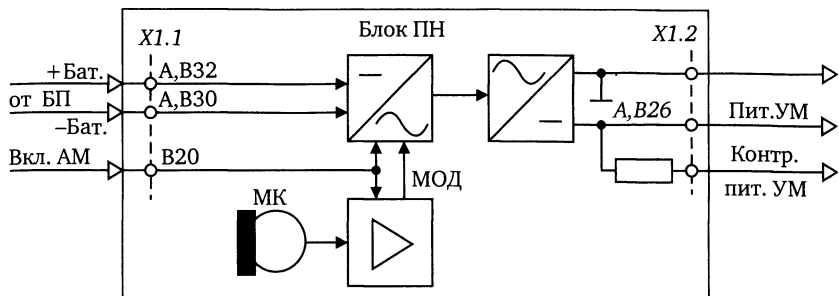


Рис. 1.19

Старая и новая структурные схемы блока ПН показаны на рис. 1.19 и 1.20. Разница в них небольшая. В новой схеме можно использовать внешний микрофон и применяется другой модуль в первичном преобразователе PS-65-27. Далее будем рассматривать новую схему.

Основные узлы блока ПН:

- плата ПН (A1);
- модуль PS-65-27 (A2);
- плата МКУ (A3).

Блок ПН обеспечивает нормальную работу блока УМ при изменении напряжения первичного источника. Преобразователь напряжения представляет собой специализированный импульсный блок питания выходного каскада УМ с током нагрузки до 3 А. Он обеспечивает нормальную работу УМ передатчика в режиме АМ при изменениях первичного напряжения в пределах от 120 до 370 В. Выходное напряжение может регулироваться в пределах от 8 до 24 В.

Блок ПН имеет две ступени снижения напряжения источника первичного питания. Каждая ступень построена по схеме понижающего стабилизатора с ШИМ. Обе ступени выполнены по схеме однотактного ШИМ-преобразователя с накопительным дросселем и прямым включением выпрямительного диода.

Первая ступень снижения напряжения источника первичного питания выполнена на модуле PS-65-27 и имеет на выходе фиксированное стабилизированное значение напряжения. Вторая ступень имеет на выходе регулируемое стабилизированное напряжение.

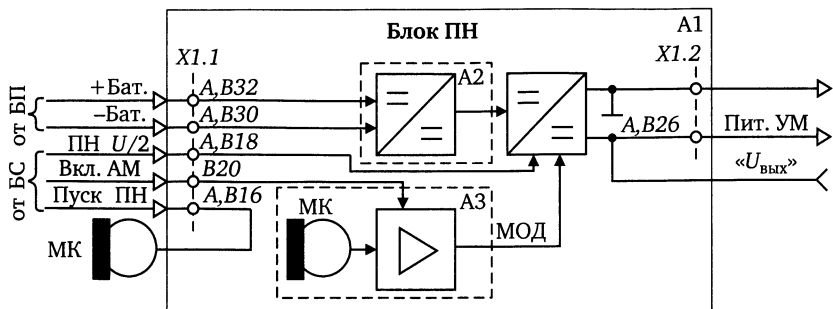


Рис. 1.20

Выходное напряжение для питания УМ выставляется резистором  $R2$  « $POW$  УМ», расположенным на лицевой панели блока ПН.

В блоке ПН имеется схема амплитудной модуляции (АМ) выходного сигнала для передачи звука по ВЧ-каналу. Эта схема расположена на плате микрофонного усилителя (МКУ) и управляет уровнем выходного напряжения питания УМ.

Сигнал звуковой частоты от электретного микрофона МК поступает на микросхему SSM2166, которая содержит два усилительных каскада. Первый каскад имеет постоянный коэффициент усиления 20 дБ, а второй — динамически скорректированный коэффициент усиления 10 дБ.

При наличии входного сигнала «Вкл.АМ» эта микросхема включается, усиливает сигнал с микрофона и подает его на выходной каскад платы МКУ, собранный на микросхеме TL082, который служит для управления стабилизатором напряжения ПН.

Таким образом при использовании приемопередатчика в качестве переговорного устройства (при установке переключки в гнезда «Мод» и «1» на лицевой панели блока БС) сигналы « $U/2$ » и «АМ» низким уровнем напряжения поступают из блока БС в блок ПН, и выходное напряжение блока ПН, уменьшенное в 2 раза, изменяется низкочастотным сигналом с платы МКУ. При нажатии кнопки «Пуск» на лицевой панели блока БС выходной сигнал приемопередатчика будет иметь амплитудную модуляцию сигналом звуковой частоты.

### 1.3.13. Плата преобразователя 24/100 В

Плата преобразователя 24/100 В предназначена для преобразования входного напряжения 24 В в выходное напряжение 100 В с номинальным током нагрузки 20 мА и является преобразователем напряжения DC/DC, построенным по обратноточковой схеме.

Работой платы преобразователя управляет специализированный контроллер UC3844, который выполняет ШИМ-управление.

Частота импульсов 50 кГц.

Входной фильтр помех предназначен для подавления импульсных, радиочастотных помех, присутствующих в первичной сети, а также для предотвращения прохождения в сеть питания импульсных помех, вызванных работой источника питания.

### 1.3.14. Блок усилителя мощности

Блок усилителя мощности (УМ) (рис. 1.21) предназначен для усиления по мощности высокочастотного сигнала несущей частоты в режиме передачи, для согласования входного сопротивления приемопередатчика с линией в режиме приема. Блок УМ содержит:

- схему управления выходным каскадом;
- выходной каскад;
- схему защиты от пропадающей несущей частоты;
- схему формирования сигнала «К.ПРД»;
- схему коммутации входных сигналов приемника;
- согласующее устройство.

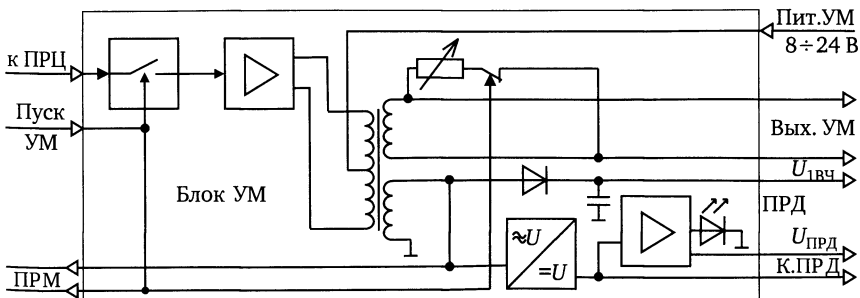


Рис. 1.21

Схема формирования сигнала «К.ПРД» предназначена для выдачи в схему автоконтроля блока ПРЦ сигнала о наличии выходного напряжения УМ, которое поступает на детектор, где оно детектируется и ограничивается и подаётся в схему сравнения.

Светодиодный индикатор «ПРД» установлен на лицевой панели блока УМ.

Согласующее устройство предназначено для согласования входного сопротивления приемопередатчика с линией при незапущенном передатчике, со стороны линии его сопротивление равно около 75 Ом.

Несущая частота 24—1000 кГц с блоков Ген.1, Ген.2, СЧ или БФС поступает на вход УМ. При пуске усилителя мощности сигнал поступает на двухтактный усилитель, который питается напряжением 8—24 В с блока ПН. Нагрузкой усилителя является первичная обмотка трансформатора с двумя выходными обмотками. Одна из обмоток идет на вход линейного фильтра, вторая — на вход приемника. Напряжение ВЧ со второй полуобмотки детектируется и поступает на схему измерения напряжения ВЧ, контроль работы УМ и световую сигнализацию. В блоке имеется защита входных транзисторов при пропадании несущей частоты. Защита выходных транзисторов от перегруза и короткого замыкания выполнена в блоке ПН.

### **1.3.15. Кроссплата**

Кроссплата (рис. 1.22) содержит пять реле с выходными контактам:

- выход приемника «Вых. ПРМ»;
- выход телекоманды «Вых. ТК»;
- предупредительная сигнализация «Предупр.»;
- вывод защиты «Выв. защ.»;
- авария «Неиспр.».

Имеется гальванически развязанный вход телекоманды — «Вх. ТК».

Для осциллографирования выведены три изолированных контакта твердотельных реле:

- выход приемника «ПРМ1»;
- выход передатчика с грубым компаратором «ПРД1»;
- выход передатчика с чувствительным компаратором «ПРД2».

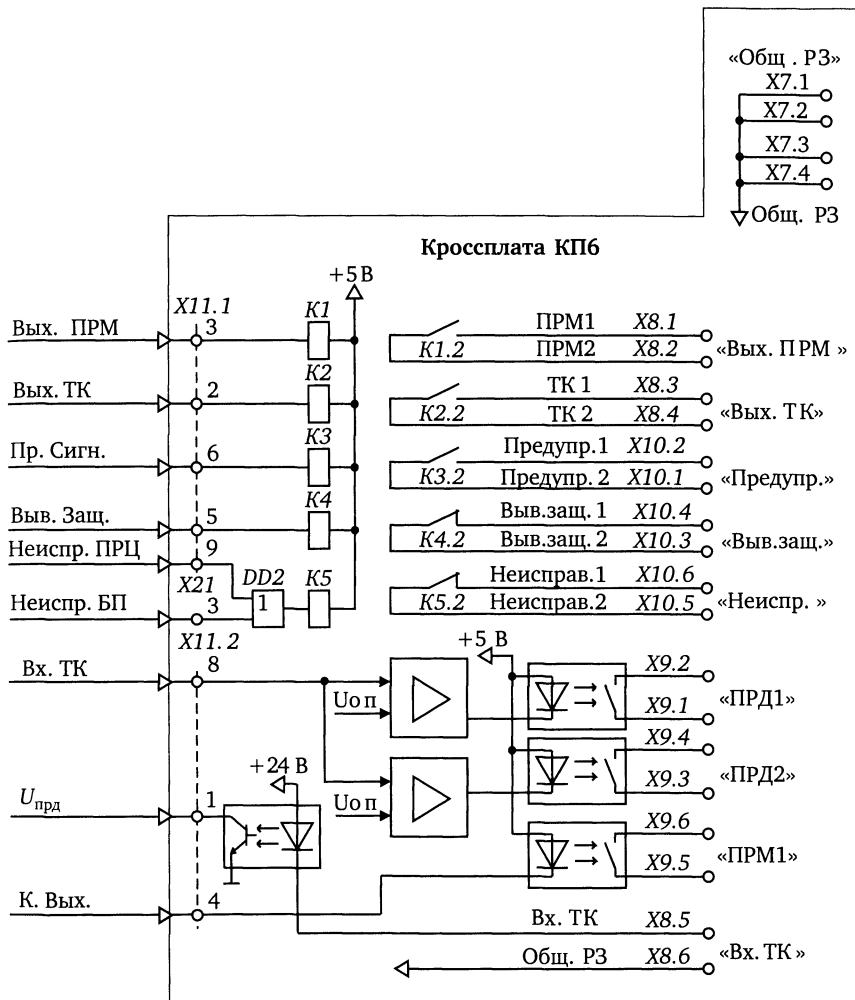


Рис. 1.22

## 1.4. Блок цифровой фильтрации сигналов

### 1.4.1. Структура блока ЦФС

Блок цифровой фильтрации сигналов (ЦФС) предназначен для приема и передачи сигналов защиты по ВЧ-каналу. Блок объединяет в своем составе приемную и передающие части.

Приемная часть выделяет полезный сигнал из спектра сиг-

налов и помех, принимаемых в ВЧ-канале, а также формирует отклик на сигнал «Пуск» своего передатчика. В режиме переговорного устройства блок обеспечивает демодуляцию принимаемых АМ речевых сигналов.

Передающая часть — синтезатор частот — предназначена для формирования сигнала несущей частоты передатчика в диапазоне частот 24—1000 кГц.

Структурная схема блока ЦФС показана на рис. 1.23.

В состав блока входят следующие функциональные узлы:

- вычислительное ядро;
- канал предварительной обработки входного ВЧ-сигнала, предназначенный для согласования входных цепей с АЦП;
- узел аналого-цифрового преобразования входного ВЧ-сигнала — АЦП;
- канал разговорного устройства — ЦАП и УНЧ;
- синтезатор частот для формирования несущей частоты — СЧ;
- панель управления и индикации;
- узел внутренней индикации;
- узел формирования тактовых импульсов (32768 Гц) для работы вычислительного ядра — Ген.;
- порт настроек и мониторинга;
- технологический порт.

Рассмотрим каждый узел подробнее.

**Вычислительное ядро** является программируемым узлом и выполняет следующие алгоритмы:

- цифровой обработки входного ВЧ-сигнала и выделения входных сигналов — дискретных сигналов ВЧЗ и речи;
- цифрового синтеза сигнала ВЧЗ на передачу с учетом воздействия входных дискретных сигналов пусков;
- управления режимами работы УМ;
- реакции на сигналы пусков защиты, наладочных пусков и пусков от устройства АПК;
- соблюдения приоритетов пусков;
- измерения параметров входных контрольных сигналов;
- прочие служебные функции.

Оно отвечает за реализацию основных функций блока ЦФС и состоит из:

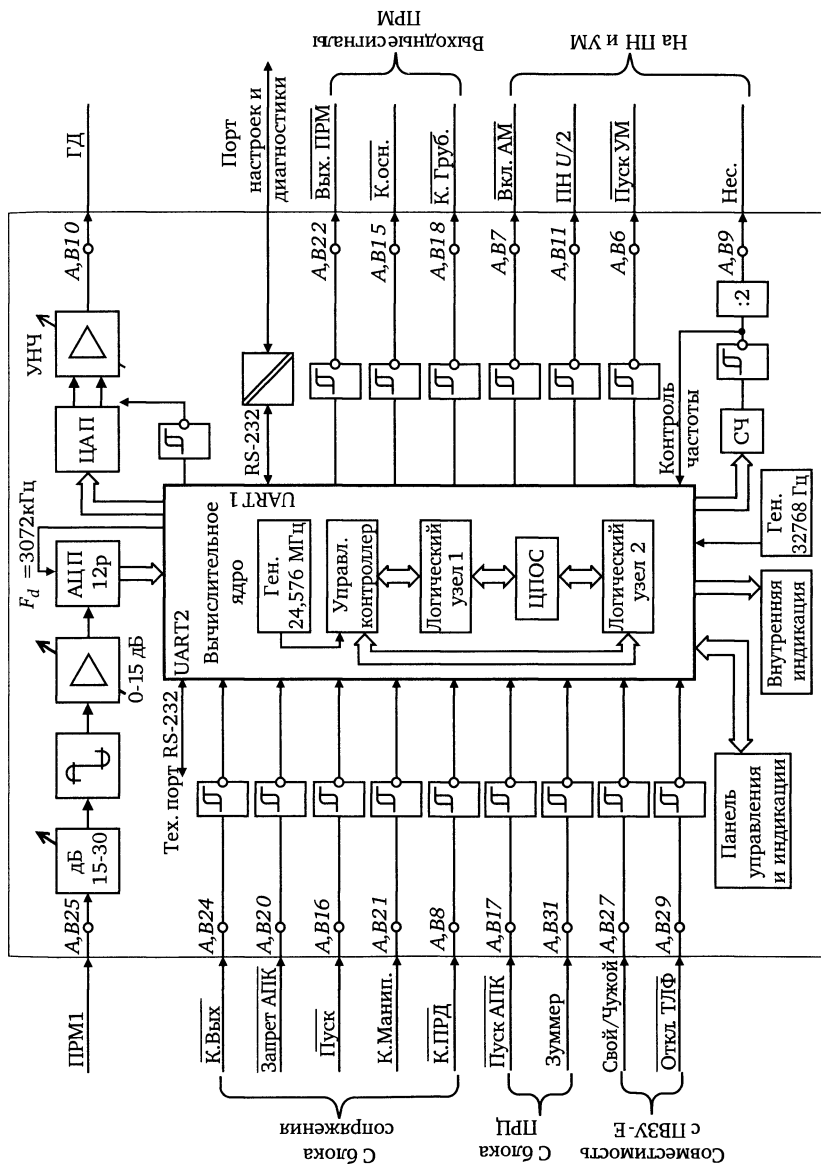


Рис. 1.23

- сигнального процессора;
- управляющего процессора (УП);
- 1-го логического узла;
- 2-го логического узла;
- узла питания;
- узла тактирования.

*Сигнальный процессор* выполняет цифровую первичную обработку сигналов (ЦПОС) и реализует алгоритмы цифровой фильтрации для приема сигналов ВЧЗ и речевых сигналов.

*Управляющий процессор* в основном управляет сигнальным процессором и осуществляет:

- контроль работоспособности ЦПОС;
- доступ к памяти программ и данных ЦПОС;
- загрузку в него программы и основных параметров;
- обмен с ним информацией и выводов на индикатор результатов цифровой обработки сигналов (ЦОС).
- загрузку кода частоты в синтезатор частот и реализацию алгоритма термокомпенсации;
- обслуживание ЖКИ и клавиатуры;
- программно-аппаратную поддержку порта настроек и диагностики.

*В логическом узле 1* реализованы:

- арбитражная логика доступа к памяти программ, памяти данных и ввода/вывода ЦПОС со стороны управляющего процессора через интерфейс связи;
- арбитражная логика внешней ШД управляющего процессора;
- схема загрузки коэффициентов умножения частоты тактового генератора вычислительного ядра;
- делитель частоты задающего генератора для получения тактовой частоты управляющего процессора;
- схема измерения частоты тактового генератора вычислительного ядра;
- логика воздействия сигналов сброса от порта программирования управляющего процессора, от монитора питания и сторожевого таймера на вычислительное ядро;
- схема измерения провала в суммарном токе приема.

В логическом узле 2 реализованы:

- арбитражная логика внешней шины данных ЦПОС;
- арбитражная логика управления конвейерного процесса поступления данных о входном ВЧ сигнале в ЦПОС;
- входной циклический буфер конвейерного считывания данных с АЦП при обработке входного ВЧ сигнала;
- логика соблюдения приоритетов пусков от защиты, ручного пуска, ПРЦ (автоматический контроль), разговорного программно-аппаратного узла.

Узел питания состоит из линейных стабилизаторов напряжения питания: для ЦПОС это +3,3, +2, +5 В, а для логических узлов и управляющего процессора, — +3,3 В. В нем же реализована схема формирования сигналов сброса по питанию.

Узел тактирования содержит генератор тактового сигнала на 24,576 МГц.

Для внутреннего отсчета времени и синхронизации работы всей схемы ЦФС используется генератор «Ген.» с частотой 32768 Гц.

**Канал предварительной обработки входного ВЧ-сигнала**, предназначенный для согласования входных уровней АЦП (0—5 В) с входными цепями аппарата и ограничивающий спектр входного сигнала, состоит из:

- входного аттенюатора с фиксированными ступенями регулирования 15 и 30 дБ;
- защитного ограничителя;
- LC-фильтра нижних частот с частотой среза 1,5 МГц;
- повторитель-аттенюатор с плавной регулировкой 15 дБ.

**Узел 12-разрядного АЦП** производит квантование по уровню (4096 уровней) и времени (частота дискретизации 3072 кГц) входной смеси ВЧ-сигнала и шума. На выходе АЦП формируются 12-разрядные данные, которые поступают через схемы 2-го логического узла на вход в ЦПОС. Узел АЦП состоит из стабилизатора питания аналоговых узлов АЦП, генератора частоты дискретизации 3072 кГц, формирователя опорного сигнала АЦП и самого АЦП.

**Канал разговорного устройства** предназначен для восстановления выделенного речевого сигнала и его усиления при помощи усилитель низкой частоты (УНЧ). Также этот канал воспроиз-

водит сигнал зуммера, формируемый блоком ПРЦ (звуковые сигналы неисправности, телефонного вызова). В состав канала входит цифроаналоговый преобразователь (ЦАП), согласующий узел, предварительный каскад и УНЧ.

**Синтезатор частот (СЧ)** формирует на выходе блока сигнал несущей частоты, манипулированный сигналами пусков от защиты, автоматического контроля, ручного пуска, пуска от переговорного устройства. Точность формирования частоты  $\pm 2$  Гц в диапазоне температур окружающей среды от 0 до  $+40$  °С. Синтезатор частоты состоит из:

- синтезатора прямого цифрового синтеза;
- элемента преобразования синусоидального сигнала в импульсный;
- делителя частоты (реализован в логическом узле 2);
- амплитудного манипулятора (реализован в логическом узле 2);
- алгоритма термокомпенсации (вычислительное ядро);
- генератора на 32 768 Гц;

Алгоритм компенсации отклонения частоты от температуры использует термокомпенсированный генератор частотой 32768 Гц в качестве опорного. При отклонении частоты более чем на 20 Гц производится пересчет кода частоты и перезагрузка его в синтезатор.

**Панель управления и индикации (ПУИ)** позволяет оператору:

- контролировать уровень сигнала или запас по затуханию на выходе цифрового фильтра канала приема сигналов ВЧЗ;
- контролировать результаты измерений в выходной цепи приемника ПВЗУ-Е;
- контролировать результаты измерения провала в цепи суммарного тока выхода;
- настраивать параметры ЦФС;
- управлять переговорным устройством;
- проводить сеансы наладочной связи с удаленными концами линии;
- проводить наладочные пуски;

Панель управления и индикации состоит из:

- порта подключения;
- жидкокристаллического индикатора;

- клавиатуры;
- блока светодиодной сигнализации.

**Порт настроек и мониторинга** позволяет оператору производить с помощью ПЭВМ настройку параметров блока и мониторинг режимов работы и состояний блока. Он состоит из узла гальванической развязки порта и разъема подключения к ПЭВМ на лицевой панели блока.

**Технологический порт** позволяет считывать осциллограммы, снятые в определенных контрольных точках, для анализа результатов работы алгоритмов ЦОС ЦПОС.

**Узел внутренней индикации** предназначен только для настройки и ремонта блока ЦФС.

### ***1.4.2. Описание работы блока ЦФС***

Основные режимы работы блока:

- процесс инициализации;
- функция приема;
- функция передачи;
- работа оператора в меню настроек и сервисных функций с клавиатуры блока или ПЭВМ.

**Инициализация блока.** При включении питания поста или при перезапуске ЦФС по срабатыванию сторожевого таймера (из-за перерыва питания или сбоя) автоматически производится начальная установка и самотестирование блока ЦФС. После успешной начальной установки и самотестирования внутренних узлов ЦФС на ЖКИ отображается порядковый номер версии программы и дата ее последней модификации. В это же время проводится чтение и проверка параметров из энергонезависимой памяти (ПЗУ) и загрузка их в оперативную память (ОЗУ). В случае повреждения данных в энергонезависимой памяти (при считывании параметров из ПЗУ не совпадает контрольная сумма считанного блока) на ЖКИ отображается сообщение о сбое параметров в ПЗУ и производится установка этих параметров в значение «по умолчанию» с занесением их в ПЗУ блока ЦФС. Сам блок переходит в безопасное состояние и при очередной проверке канала устройство определяет данное состояние как «Неисправность».

**Функция приема.** Смесь сигнала и шума с выхода приемной

обмотки усилителя мощности через контакты A25, B25 разъема X1 ЦФС подается на фиксированный аттенюатор (R45, R42 с ослаблением 5—10 дБ). Далее через входной двухступенчатый аттенюатор (по 15 дБ каждая) сигнал подается на вход фильтра низкой частоты (ФНЧ). ФНЧ представляет собой LC-фильтр с полосой среза 1,5 МГц, который приводит спектр сигнала в соответствие с частотой дискретизации АЦП (3072 кГц). Между ступенчатым аттенюатором и фильтром установлен защитный диодный ограничитель входного ВЧ-сигнала.

Сигнал с выхода LC-фильтра поступает на повторитель-аттенюатор. Настройка затухания данного узла возможна при помощи переменного резистора R31 в пределах 15 дБ. С его выхода сигнал подается на АЦП.

Параметры аттенюаторов и ограничителя подобраны таким образом, что, когда на входе ЛФ действует ВЧ-сигнал с уровнем 37 В (действующее значение), на входе АЦП присутствует сигнал с размахом 5 В, что соответствует началу работы ограничителя.

Ступенчатый аттенюатор состоит из двух звеньев, добавляющих во включенном состоянии по 15 дБ затухания каждый. Позиции переключателей для включения и выключения звена ступенчатого аттенюатора приведены ниже:

|                                   |     |     |
|-----------------------------------|-----|-----|
| Переключатель .....               | 1   | 2   |
| Звено аттенюатора включено .....  | ON  | OFF |
| Звено аттенюатора выключено ..... | OFF | ON  |

Алгоритм работы приведен в приложении 3.

12-разрядный аналогово-цифровой преобразователь производит оцифровку ВЧ-сигнала с частотой квантования 3072 кГц. Полученные данные через предварительный буфер в логическом узле 2 поступают в процессор обработки сигналов.

Сигнальный процессор реализует алгоритм цифровой фильтрации и производит:

- преобразование частоты входного ВЧ-сигнала с помощью внутреннего комплексного гетеродина;
- фильтрацию комплексного сигнала в подканале приема сигналов ВЧЗ;
- фильтрацию комплексного сигнала в подканале приема речевого сигнала.

Уровень выходного сигнала подканала ВЧЗ считается управляющим контроллером и отображается на ЖКИ. Данные речевого сигнала для восстановления поступают на ЦАП речевого канала и далее через предварительный усилитель на УНЧ.

Сигнал с выхода цифровых фильтров в подканале ВЧЗ поступает на блок компараторов: «К. Осн.», «Вых. ПРМ» и «К. Грубо». Конечным результатом обработки в подканале ВЧЗ являются логические сигналы с уровнями ТТЛ «К. Осн.», «Вых. ПРМ» и «К. Грубо» на выходе блока ЦФС. Сигналы «К. Осн.» и «К. Грубо» дублируются зажиганием светодиодов на лицевой панели блока ЦФС и используются блоком ПРЦ для автоматической проверки ВЧ-канала.

Шаг перестройки частоты цифровых гетеродинов равен 250 Гц в пределах от 0 до 1000 кГц.

**Функция передачи.** Синусоидальный сигнал удвоенной несущей частоты формируется цифровым синтезатором частоты, а с помощью буферного элемента на триггере Шмидта он преобразуется в импульсный. Далее импульсы делятся на 2 и подаются на узел формирования выходного сигнала ВЧЗ. Этот сигнал на выходных контактах А, В9 блока ЦФС появляется только в случае активного сигнала пуска, в противном случае на этом выходе присутствует логическая «1».

Если активен один из сигналов пуска: «Пуск», «Пуск АПК», «ПН Пуск» или нажата кнопка «Пуск», то формируется сигнал «Пуск УМ» разрешающий работу ВЧ-передатчика. При этом команда управления «Пуск» от защиты имеет наивысший приоритет и отменяет все остальные команды пуска. Схема соблюдения приоритетов выполнена в логическом узле 2. Сигнал «Запрет АПК» сообщает об активности пусковых органов защиты и отменяет все команды управления передатчиком кроме команды «Пуск».

При нажатии кнопки «Пуск» на лицевой панели блока и при наличии сигнала «К. Манип.» передатчик работает манипулированным сигналом. Сложение сигналов управления выполнено в логическом узле 2.

При пуске своего передатчика сигналы выходных цепей «К. Осн.», «Вых. ПРМ» и «К. Грубо» формируются с учетом задержек по фронту и спаду относительно сигнала «Пуск УМ», равных задержкам обработки принимаемого ВЧ-сигнала в фильтре

подканала ВЧЗ. На момент передачи выходной комплексный ВЧ-сигнал преобразователя частоты отключается от входа комплексного цифрового фильтра подканала ВЧЗ.

В режиме переговорного устройства блок ЦФС приводит сигналы «ПН  $U/2$ » и «Вкл. АМ» в активное состояние. При этом активное состояние цепей управления от защиты выключает режим переговорного устройства.

**Специальные режимы.** Измерения соотношения длительно-сти импульса к сумме времени импульса и паузы тока приема поста, так называемые «провалы» в токе приема, выполняет логический узел 1. Усредненный за 100 мс результат измерения считывается управляющим процессором и пересчитанный в градусы отображается на ЖКИ.

Уровень с выхода комплексного цифрового фильтра подканала релейной защиты, отображается на ЖКИ в линейном и в логарифмическом масштабах, с приведением к уровню чувствительности основного приемника.

Звуковой сигнал зуммера, формируемый блоком ПРЦ, подается в канал речевого сигнала для его воспроизведения.

### **1.4.3. Работа оператора**

В рабочем состоянии индикатор блока ЦФС позволяет вывести показания: измерителя «провалов», уровня на выходе приемника в вольтах или запаса в децибелах (на табло отображается результат измерения). Для переключения режима индикатора используется кнопка «→» («←»). Переключение производится по циклу.

Пуск аппарата в ручном режиме выполняется кнопкой «Пуск» («+»). При пуске включаются светодиоды «ПРД», «Осн.» и «Груб.» на лицевой панели блока.

При остановленном передатчике на индикаторе выведено «360°». Если передатчик работает с непрерывным сигналом, то выведено «0°»; при наличии манипуляции — от «0°» до «160°» в зависимости от уровня манипуляции.

**Работа с меню блока ЦФС.** Вход в раздел программы «Меню» блока ЦФС осуществляется с помощью нажатия на кнопку «↓».

Назначение кнопок и индикация сообщений при работе в меню:

- «↑» — выход из меню или из подраздела меню;
- «↓» — вход в подраздел меню или переход к исполнению функции/задания индицируемого на табло;
- «Пуск»/«+» — в режиме голосовой связи является кнопкой для передачи сообщения / увеличение (изменение) параметра;
- «→»/«←» — перемещение к следующему пункту меню или следующему параметру / уменьшение (изменение) параметра.

Тексты надписей на табло могут содержать названия подкаталогов или сервисных функций, а также рабочие или изменяемые параметры.

Мерцающие надписи в левом верхнем углу индикатора обозначают заголовок подкаталога верхнего уровня меню или набор знаков «↓↑>+-», называемый навигатором, который обозначает активные в данный момент кнопки (символ «>», соответствует гравировке кнопки «→»). Эффект мерцания используется для указания знакомест, где возможно изменение отображаемого параметра.

После отпускания кнопки «Меню» происходит переход в верхний уровень каталога меню сервисных функций и настроек с указанием на подкаталог «Тест».

Немерцающая надпись в центре является заголовком подкаталога меню. Нажимая на кнопку «→», можно последовательно просмотреть все заголовки каталогов верхнего уровня меню («Тесты», «ТЛФ устр-ва», «ПРСМ параметр», «ИЗМ параметр» по циклу). Выбрать и войти в любой из каталогов можно с помощью нажатия на кнопку «↓».

В процессе выбора и поиска необходимого подраздела меню, а также при работе и изменении сервисных функций при просмотре параметров, настройки и изменения параметров ЦФС и т.д. основные функции блока функционируют без изменений.

Длительность любого состояния в режиме управления сервисными функциями ограничено временем от 30 с до 3 мин, по окончании которого выполняется автоматический возврат к исходному состоянию.

**Функция переговорного устройства.** Двойное нажатие на кнопку «↑» позволяет осуществить быстрый вход в подпункт меню — «ТЛФ устр-ва», используемый для налаточной связи между удаленными аппаратами.

При нажатии на кнопку «Пуск» выполняется переход в режим передачи речи.

При нажатии на кнопку «↓» происходит вход в режим изменения громкости динамика в режиме связи. На экране появляются мерцающие значки «-+». Кнопками «+» и «-» можно изменить уровень громкости динамика от 0 до 99%. В режиме регулировки громкости передача невозможна. Переход в режим возможности передачи осуществляется кнопкой «↓».

Выход из режима передачи речи в меню происходит по нажатию кнопки «↑» из любого подкаталога (режим передачи или режим коррекции громкости).

**Просмотр параметров блока ЦФС.** Выбор каталога верхнего уровня «ПРСМ параметр» позволяет просмотреть параметры блока ЦФС:

- $F_{\text{ПРМ}}$  — частота приема (частота комплексного цифрового гетеродина);
- $F_{\text{нес}}$  — частота передачи (несущая частота);
- $U_{\text{осн}}$  — порог компаратора основного приемника («К. Осн.»);
- $\$_{\text{осн}}$  — гистерезис компаратора основного приемника;
- $U_{\text{гpb}}$  — порог компаратора грубого приемника («К. Грубо»);
- $\$_{\text{гpb}}$  — гистерезис компаратора грубого приемника;
- $U_{\text{вых}}$  — порог компаратора приемника РЗ («Вых. ПРМ»);
- $\$_{\text{вых}}$  — гистерезис компаратора приемника РЗ;
- $dT_{\text{фр}}$  — задержка формирования отклика приемника на воздействие своего сигнала «Пуск УМ», эл. град., по фронту;
- $dT_{\text{сп}}$  — задержка формирования отклика приемника на воздействие своего сигнала «Пуск УМ», эл. град., по спаду.
- Кн.Пуск — задает тип защиты и влияет на кнопку «Пуск» расположенной на лицевой панели блока ЦФС;
- $T_{\text{тк}}$  — время формирования команды, выбирается из перечня: 0, 25, 50, 75 или 100 мс;
- $T_{\text{уд}}$  — время удержания команды после ее окончания, задается в диапазоне от 0 до 1000 мс;
- Passw — изменение пароля доступа.

Нажимая на кнопку «→», можно последовательно просмотреть все параметры блока ЦФС по кругу. Выход из режима просмотра параметров осуществляется кнопкой «↑».

**Изменение параметров блока ЦФС.** Выбор заголовка «Изм. Параметр» позволяет зайти в режим изменения параметров блока ЦФС после ввода защитного пароля.

Для ввода пароля используются кнопки:

«+» — увеличение подсвеченного разряда цифры-пароля;

«-» — перемещение к следующему разряду цифры-пароля;

«→» — подтверждение ввода пароля, при правильном пароле — заход в режим изменения параметров блока, при неправильном — выход в меню;

«↑» — выход в меню.

При изменении любого из параметров при выходе происходит запрос на подтверждения сохранения параметров в энергонезависимую память блока ЦФС.

При отказе сохранения все измененные параметры принимают значение, которое было до захода в режим изменения параметров.

Основные параметры блока приведены в табл. 1.1.

**Таблица 1.1**

|      | $F_{\text{ПРМ}},$<br>Гц | $F_{\text{нес}},$<br>Гц | $U_{\text{осн}},$<br>мВ | $\$_{\text{осн}},$<br>% | $U_{\text{грб}},$<br>мВ | $\$_{\text{грб}},$<br>% | $U_{\text{вых}},$<br>мВ | $\$_{\text{вых}},$<br>% | $dT_{\text{фр}},$<br>эл.<br>град. | $dT_{\text{сп}},$<br>эл.<br>град. |
|------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| NUL  | 0                       | 0                       | 68                      | 10                      | 140                     | 10                      | 68                      | 10                      | 8                                 | 25                                |
| MIN  | 0                       | 0                       | 0                       | 0                       | 0                       | 0                       | 0                       | 0                       | 0                                 | 0                                 |
| MAX  | 1000 000                | 1000 000                | 300                     | 20                      | 1000                    | 20                      | 300                     | 20                      | 20                                | 100                               |
| STEP | 250                     | 1                       | 1                       | 1                       | 1                       | 1                       | 1                       | 1                       | 1                                 | 1                                 |

*Примечание.* NUL — значение «по умолчанию» при выпуске блока из производства; MIN — минимальное значение параметра; MAX — максимальное значение параметра; STEP — шаг изменения параметра.

## Работа блока ПРЦ

### 2.1. Основные режимы работы

Основными режимами работы программно-аппаратного блока автоматической проверки канала являются:

- первичная загрузка или «инициализация»;
- основной режим — «Контроль канала»;
- режим «Запрет проверки»;
- режим «Тест»;
- режим управления настройками и сервисными функциями через встроенную систему меню.

При включении питания поста, а также при любом перезапуске процессора, например, по срабатыванию сторожевого таймера или из-за перерыва питания или включения тумблера «АПК Вкл.» автоматически производится начальная установка и самотестирование внутренних узлов блока ПРЦ. Если все прошло успешно, то на ЖКИ отображается порядковый номер версии программы и дата ее последней модификации. В это же время проводится чтение параметров устройства из энергонезависимой памяти. В случае повреждения параметров в памяти, например, если не совпадает контрольная сумма хотя бы одного из считанных блоков параметров, на ЖКИ отображается сообщение о сбое параметров АПК в течение 2 с и далее высвечивается приглашение к вводу информации по сбойному блоку параметров.

При включенном тумблере «АПК Вкл.», блок ПРЦ работает в режиме «Контроль канала». Выходные сигналы блока ПРЦ «Выв. Защ.», «Предупр» и «Неисправность АК» устанавливаются в активное состояние. При этом замыкаются контакты соответ-

ствующих реле. На индикаторе отображается текущее время и название режима.

Если на кнопку «Пуск» нажимать более 1 с, то на ЖКИ выводится информация о текущих значениях уровней тока и напряжения на выходе передатчика.

При пусках релейной защиты сигнал «Запрет АПК» переводится в активное состояние, а на ЖКИ выводится сообщение о пуске защиты и уровень сигнала на выходе поста. В это же время осуществляется запись осциллограммы сигналов на входах блока.

Время записи осциллограммы определяется длительностью сигнала пуска защиты. В это время состояние входных дискретных сигналов: «К. ПРД.», «К. Осн.», «К. Грубо», «К. Вых.», «К. Манип.», «Запрет АПК» и «Пуск», опрашивается через определенный интервал времени и пишется в ОЗУ управляющего процессора. По окончании записи этот массив данных перезаписывается в энергонезависимую память в виде готового файла, который сопровождается датой и временем момента пуска защиты. Просмотр записанных осциллограмм выполняется с помощью специализированной программы на внешнем компьютере.

При выключенном тумблере «АПК Вкл.» блок ПРЦ переходит в режим «Запрет проверки». На индикаторе отображаются текущее время и название режима. При этом цепь управления «Пуск АПК» программно отключается от алгоритмов контроля канала и тестовых алгоритмов, что делает невозможным управление передатчиком поста от блока ПРЦ. Сигналы на выходах блока ПРЦ «Предупр.», «Неисправность АК» переходят в неактивное состояние, размыкаются контакты реле сигнализации предупреждения и неисправности и гаснет светодиод «Неиспр.» на лицевой панели блока ПРЦ.

В обоих режимах «Контроль канала» и «Запрет проверки» имеется возможность работать в меню. Только в режиме «Контроль канала» блокируется доступ оператора к сервисным функциям дистанционного пуска и тесту. Недоступные команды: «Пров.», «Вызов ТЛФ», «Н\У», «Дистанционный пуск», «Тест».

## 2.2. Формат команды управления ПРЦ

Команда управления состоит из импульсов определенной длительности (в зависимости от типа протокола) (рис 2.1).

Команда начинается с синхроимпульса, который по длительности отличается от остальных импульсов. Все импульсы в команде разделены паузами. Время каждой паузы 4 мс. За синхроимпульсом следует последовательность из пяти импульсов, обозначающих код команды. Длительности импульсов, входящих в код команды, имеют два значения — 4 и 8 мс, соответствующие логическим 1 и 0. Распознавание принятого импульса производится по его длительности с определёнными допусками. Короткие (менее 1 мс) импульсы и просечки игнорируются. Длительная (например, более 20 мс для протокола «стандартный — быстрый») пауза устанавливает подпрограмму распознавания кода команды в начало.

Если в параметрах был разрешен признак четности, то появляется шестой импульс, который определяется состоянием первых пяти импульсов. Признак четности предназначен для снижения вероятности неправильного приема команды в условиях высокого уровня помех.

Команды, которые требуют ответа удаленных постов (например, «Проверка канала в ручном режиме», «Проверка канала в автоматическом режиме» и т.д.) имеют тот же формат, но по окончании, через паузу, следуют ответы всех постов в порядке, соответствующем номерам, в том числе и поста пославшего в канал данную команду (рис. 2.2).

Параметры отдельных импульсов приведены в табл. 2.1, а полный список используемых команд — в табл. 2.2.

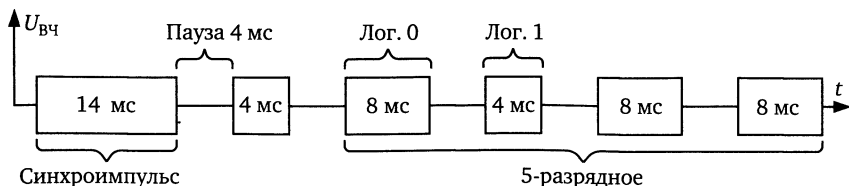


Рис. 2.1

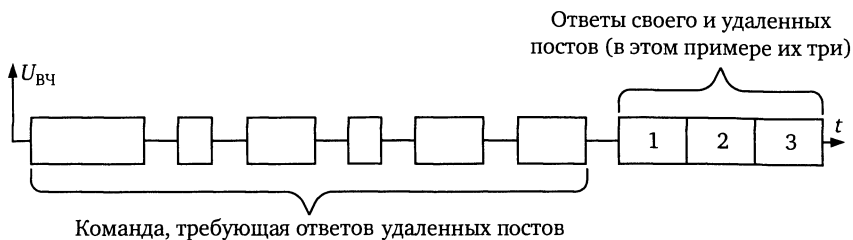


Рис. 2.2

Таблица 2.1. Длительность отдельных импульсов

|                | Протокол<br>«стандартный — быстрый»,<br>мс | Протокол<br>«стандартный — медленный»,<br>мс |
|----------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Синхроимпульс  | 14                                         | 32                                           |
| Пауза          | 4                                          | 20                                           |
| Импульс лог. 0 | 8                                          | 20                                           |
| Импульс лог. 1 | 4                                          | 10                                           |
| Импульс ответа | 10                                         | 60                                           |
| Пауза ответа   | 0                                          | 0                                            |

Таблица 2.2. Список команд

| Тип команды                      | Код<br>команды | Назначение                                          |
|----------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------|
| Пуск неманип. сигналом поста № 1 | 00000          | Дистанционное управление<br>передатчиками           |
| Пуск неманип. сигналом поста № 2 | 00001          |                                                     |
| Пуск неманип. сигналом поста № 3 | 00010          |                                                     |
| Пуск манип. сигналом поста № 1   | 00011          |                                                     |
| Пуск манип. сигналом поста № 2   | 00100          |                                                     |
| Пуск манип. сигналом поста № 3   | 00101          |                                                     |
| Пуск всех постов минип. сигналом | 00110          |                                                     |
| Пост № 1 обнаружил помеху        | 01000          | Сообщение инициатора<br>проверки всем постам канала |
| Пост № 2 обнаружил помеху        | 01001          |                                                     |
| Пост № 3 обнаружил помеху        | 01010          |                                                     |
| Пост № 1 не получил ответа       | 01011          | Сообщение инициатора<br>проверки всем постам канала |
| Пост № 2 не получил ответа       | 01100          |                                                     |
| Пост № 3 не получил ответа       | 01101          |                                                     |
| Неисправность ДФЗ у поста № 1    | 01110          | Сообщение инициатора<br>проверки всем постам канала |
| Неисправность ДФЗ у поста № 2    | 01111          |                                                     |
| Неисправность ДФЗ у поста № 3    | 10000          |                                                     |

| Тип команды                               | Код команды | Назначение                                       |
|-------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------|
| Телефонный вызов                          | 10001       | Передача звукового сигнала                       |
| Вызов к тесту ДФЗ                         | 10010       | Команды автоматического контроля канала          |
| Внеочередная проверка канала              | 10011       |                                                  |
| Очередная проверка канала                 | 10100       |                                                  |
| Ввод защиты                               | 10101       |                                                  |
| Нормальный цикл таймера                   | 10110       | Изменение периодичности АПК                      |
| Ускоренный цикл таймера                   | 10111       |                                                  |
| Неисправность цепи выхода ПРМ у поста № 1 | 11000       | Сообщение инициатора проверки всем постам канала |
| Неисправность цепи выхода ПРМ у поста № 2 | 11001       |                                                  |
| Неисправность цепи выхода ПРМ у поста № 3 | 11010       |                                                  |
| Быстрый цикл таймера (отладочный режим)   | 11011       | Изменение периодичности АПК                      |

### 2.3. Режим «Контроль канала»

При включении тумблера «АПК Вкл.» (а также при восстановлении питания +5 В блока ПРЦ, в случае, если тумблер находится во включённом положении) происходит аппаратный сброс управляющего процессора и работа блока начинается с процесса инициализации, после чего блок переходит в режим «Контроль канала».

В данном режиме:

- производится непрерывный контроль изменения состояний уровней логических сигналов во входных цепях блока;
- по длительности импульсов сигнала «К. Осн.» на входе блока (с уровнем лог. 0) распознаются коды команд автоматического контроля;
- включается запись осциллограмм состояний логических сигналов на входах ПРЦ («К. ПРД», «К. Осн.», «К. Грубо», «К. Вых.», «К.Манип.», «Запрет АПК», «Пуск») при действии сигналов управления: «Пуск», «БИ-Пуск», «Останов», «Запрет проверки» или при наличии команды автоматического контроля;
- поддерживается работа программного таймера периодич-

ности проведения проверок, по действию которого начинается проверка канала;

- обеспечивается пуск передатчика поста по инициативе программы или оператора последовательностью импульсов кода команды автоматического контроля (сигнал с уровнем лог. «0» в цепи управления «Пуск АПК» усилителем мощности поста);

- по результатам проверки состояния ВЧ-канала формируются сообщения на ЖКИ, а также управляющие воздействия на: выходные реле сигнализации («Предупр.», «Неисправность») и управления защитой («Вывод Защ.»), светодиод «Неиспр.» лицевой панели блока и аварийный звуковой сигнал «Зуммер»,

- при пусках РЗА на ЖКИ выводится сообщение о пуске защиты и уровень напряжения на выходе ВЧ-передатчика поста.

## **2.4. Порядок автоматической проверки, индикация исправного состояния канала**

При включении режима «Контроль канала» блок ПРЦ, управляя передатчиком, посылает в канал код команды «Внеочередная проверка», тем самым инициализируя процесс проверки канала. Эта команда синхронизирует работу подпрограмм проверки всех постов в этом канале. В процессе проверки канала каждый пост отвечает инициатору, включая свой передатчик в определённые интервалы времени. Отвечают все, но принимает решение о состоянии канала — исправен или неисправен — только пост инициатор проверки. Длительность процесса проверки может составлять от 0,3 до 2,5 с и зависит от типа используемого протокола и других параметров АПК, а также от вида неисправности канала.

Если в результате проверки зафиксирована неисправность, то блок ПРЦ переходит в состояние «Неисправность», при этом останавливает работу программы АПК, включает внешнюю сигнализацию и выводит на табло индикатора соответствующую информацию. Следующая проверка может произойти только по команде оператора (с любого из постов).

При успешной проверке канала на всех постах произойдёт:

- начальная установка таймеров периодичности проверок.

Это значение имеет специальный сдвиг по времени, соответствующий назначенным номерам постам. Таким образом, все последующие проверки канала будут производиться автоматически через равные интервалы времени поочерёдно каждым постом;

- на табло ЖКИ отобразится состояние таймера периодичности проверок (время, остающееся до очередной проверки — часы, минуты, секунды) и показания часов реального времени (часы, минуты).

- на табло ЖКИ выводится сообщение: «Защита введена, нормальная периодичность проверок, напряжение манипуляции подано».

## 2.5. Периодичность проверок

Таймер периодичности проверок канала — программный, с обратный отсчётом времени (посекундное вычитание).

Начальная установка таймеров проверки происходит одновременно на всех постах канала при успешном завершении внеочередной проверки канала или при смене периодичности проверок по команде оператора (нажатие кнопки «Н/У»).

При обнулении (срабатывании) таймера пост начинает (инициирует) процесс проверки, посылая в канал код команды «Очередная проверка». Если проверка успешна, то пост — инициатор проверки переустановит только свой таймер (установит время, загружаемое при начальной установке в таймер последнего по номеру поста), а остальные посты продолжат отсчёт. Инициатором следующей проверки станет аппарат с наименьшим временем на табло.

В процессе начальной установки каждый пост загружает в таймер проверки значение времени, определенное его номером.

При успешном завершении очередной проверки пост-инициатор загружает в таймер проверки значение времени.

В случае обнаружения неисправности в канале пост-инициатор устанавливает в свой таймер время до повторной проверки (период повтора).

Если в положенный момент времени от поста-инициатора не поступили команда «Ввод защиты» или сообщение о неисправности канала, остальные посты переустанавливают таймеры в очередь на встречную проверку.

## **2.6. Процесс проверки канала для поста-инициатора (ведущего)**

Стадии процесса проверки канала следующие:

- тестирование на наличие помех в линии;
- вызов всех постов на линии при проверке канала по уровню ответных сигналов (нормальный, пониженный, отсутствует) и исправности цепи входа приёмника;
- вызов всех постов на линии при проверке ДФЗ с контролем ответов о готовности;
- одновременный пуск всех постов канала манипулированным сигналом «Тест ДФЗ»;
- синхронизация таймеров периодичности (передача кода интервала);
- ввод защиты.

При нормальном прохождении проверки все стадии идут последовательно.

При обнаружении неисправности в первой стадии блок ПРЦ, немного подождя, начинает повторную проверку первой стадии. Если число контрольных проверок исчерпано, фиксирует неисправность. Выдержка времени для повторной проверки и число повторов задаются параметрами автоматического контроля.

При отсутствии ответов в ходе второй или третьей стадии производится попытка повтора этой стадии. Если число попыток исчерпано, то блок ПРЦ начинает повторную проверку с первой стадии и по окончании попыток по первой стадии фиксирует неисправность.

Длительность стадии проверки линии на помеху задается в «Установке параметров АПК» (см. параметр «Интервал помехи»). Если за время теста на помеху по входу «К.Осн.» было отмечено наличие сигнала, суммарная продолжительность которого пре-

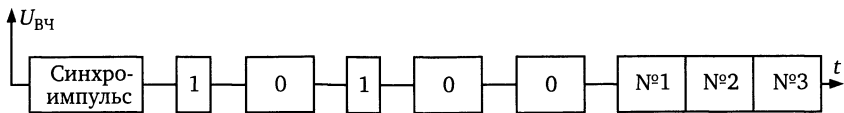


Рис. 2.3

высила 1/16 длительности тестирования, то фиксируется неисправность.

На стадии вызова инициатор выдает в канал одну из команд: «Очередная проверка» — 10100 (рис. 2.3) или «Внеочередная проверка» — 10011, после чего удаленные посты отвечают на вызов каждый в своё время, в зависимости от номера аппарата.

В течение интервалов времени, отведённых для ответов, инициатор контролирует цепи «К. Осн.» и «К. Грубо». Отсутствие ответа какого-либо поста в цепи «К. Осн.» фиксируется как неисправность канала, а в цепи «К. Грубо» — как предупреждение об увеличившемся затухании. Во время интервала, соответствующего номеру инициатора, последний запускает свой передатчик.

Контроль цепи выхода производится по уровню сигнала «К. Вых.» в период наличия последнего сигнала и молчания.

На стадии теста ДФЗ инициатор выдает в канал команду «Проверка ДФЗ», после чего все аппараты отвечают на приглашение к проверке ДФЗ (рис. 2.4). По окончании ответов всех постов происходит их одновременный пуск манипулированным сигналом. Синхронизация пуска происходит по окончанию команды. При одновременном запуске постов сигналом, манипулированным током нагрузки ВЛ (от панели ДФЗ), ВЧ-сигнал должен быть непрерывен, а ток выхода приёмника равен 0. При появлении в ВЧ-сигнале провалов недопустимой длительности блок ПРЦ

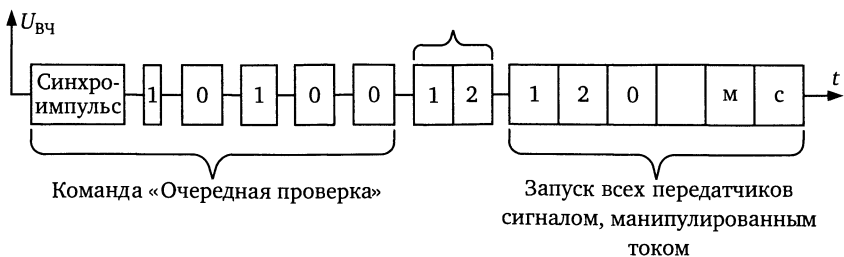


Рис. 2.4

повторяет команду, выходит на повтор проверки или фиксирует неисправность.

После успешного завершения всех предыдущих стадий в канал выдаются команды синхронизации (только в случае внеочередной проверки) и «Ввод защиты».

В случае фиксации неисправности канала вместо команд синхронизации и «Ввод защиты» пост инициатор проверки передаёт команду-сообщение о виде обнаруженной неисправности.

## **2.7. Процесс проверки канала для отвечающего (ведомого) поста**

Блок ПРЦ, приняв внешнюю команду, отвечает инициатору импульсом готовности. Для этого он использует свой передатчик, и выполняет определенный набор действий:

- по команде «Внеочередная проверка канала» отвечает инициатору и выполняет начальную установку таймера периодичности проверок;
- по команде «Очередная проверка канала» отвечает инициатору и выполняет синхронизацию таймера периодичности проверок (сброс накопленной ошибки из-за разницы хода часов);
- по команде «Вызов к тесту ДФЗ» отвечает инициатору и (после всех ответов) запускает передатчик манипулированным сигналом на 120 мс;
- по команде «Ввод защиты» ведомый пост:
  - замыкает контакт реле управления вводом (выводом) защиты;
  - выключает звуковую сигнализацию;
  - размыкает контакт реле сигнализации «Неисправность»;
  - размыкает контакт реле сигнализации «Предупр.»;
  - делает сброс повтора проверки, если он находился на стадии ожидания повтора проверки;
  - посылает код команды «Внеочередная проверка» (начинает свою проверку), если до этого он стоял на неисправности.

Если получена команда-сообщение о виде обнаруженной неисправности, то блок ПРЦ переходит в состояние «Неисправность». И если в положенный момент времени от поста-инициатора не

поступили или команда «Ввод защиты», или сообщение о неисправности канала, то блок ПРЦ ведомого поста через некоторое время сам начинает встречную проверку, посылая команду «Внеочередная проверка».

## **2.8. Команда «Внеочередная проверка» канала**

Команда «Внеочередная проверка канала» формируется блоком ПРЦ:

- при восстановлении питания поста;
- при включении тумблера «АПК Вкл.»;
- при нажатии кнопки «Пров.»;
- при перезапуске процессора;
- при перепроверке канала из состояния «Неисправность»;
- при запуске встречной проверки.

Фиксация неисправности, обнаруженной в ходе внеочередной проверки, происходит сразу, без повторов проверки.

После успешной внеочередной проверки на всех концах канала происходит начальная установка таймера периодичности проверки, которая зависит от команды, определяющей период проверки: «Нормальный», «Ускоренный» или «Беглый». Данная команда подается перед командой «Ввод защиты».

## **2.9. Состояние «Неисправность»**

Блок ПРЦ переходит в состояние «Неисправность» при фиксации неисправности обнаруженной в процессе проверки канала. Фиксация неисправности, обнаруженной в ходе внеочередной проверки, происходит сразу, без повторов проверки, а при очередной проверке, только после подтверждения повторными.

При переходе в состояние «Неисправность» блок ПРЦ:

- выдает соответствующее сообщение на индикатор;
- выключает сигнал «Выв. Защ.» (размыкает контакт реле «Выв. защ.»);
- включает сигнал «Неиспр. АК» (замыкает контакт реле сигнализации «Неиспр.»);

- записывает информацию о неисправности в долговременную память;
- выдает информацию о неисправности в канал на удаленные посты;
- останавливает таймер и, тем самым, прекращает автоматическую проверку канала.

Нажатием кнопки «Пров.» на любом из постов оператор может возобновить работу устройств АПК. Если проверка окажется успешной, то блок ПРЦ, который зафиксировал неисправность в ходе предыдущей проверки, произведёт повторную проверку (если кнопка была нажата на другом посту).

На табло блока ПРЦ, принявшего команду-рапорт, выводится информация:

- о фиксации помехи;
- о неисправности ВЧ-канала вида «нет сигнала-отклика»;
- о неисправности ДФЗ;
- о неисправности выходной цепи приемника.

В нижней строке на индикаторе выводится номер того аппарата, который обнаружил помеху или неисправность и послал команду-рапорт.

На табло блока ПРЦ — инициатора проверки при фиксации неисправности на стадии контроля прохождения ВЧ-сигналов в нижней строке после фразы «Не слышу», выведены номера постов, чей ответ не был принят инициатором проверки. Это возможно, если нет сигнала-отклика:

- от отдельно взятого аппарата;
- от всех удаленных постов;
- от всех постов канала, в том числе и своего.

На табло блока ПРЦ, проверяющего ВЧ-сигнал на стадии тестирования ДФЗ, при наличии просечек в нижней строке выводится максимальное значение провала тока приемника (в электрических градусах) при пуске всех постов манипулированным сигналом (120 мс).

Состояние «Предупр.» фиксируется блоком ПРЦ до момента следующей успешной проверки канала:

- при увеличении затухания в канале;
- при отсутствии манипуляции более установленного времени;

- при появлении помехи в периоды между автоматическими проверками канала.

При переходе в это состояние выдается сигнал «Предупр.» путем замыканием контактов соответствующего сигнального реле. Он формируется в момент фиксации данного состояния и длится 10 с. При этом еще и подается прерывистый звуковой сигнал. На табло индикатора выводится соответствующее сообщение. А рапорт о предупреждении сохраняется в энергонезависимой памяти, в стеке аварий. Работа самого устройства при этой автоматической проверки продолжается как при исправном канале.

Предупреждение «Отсутствие манипуляции» возникает при отсутствии переключений логических сигналов 0 и 1 в цепи контроля манипуляции больше времени, заданного параметром «Время без манипул.» (оно задается в пределах от 1 до 255 ч), это возможно при малых токах нагрузки ВЛ или неисправности органа манипуляции

При вводе параметра «Время без манипул.» равного нулю контроль на отсутствие манипуляции не производится. Выводится информация с предупреждением об отсутствии манипуляции больше 48 ч (на табло в нижнем правом углу появляется мигающая надпись «>48»).

Предупреждение «Статистическая помеха» возникает, когда суммарная длительность импульсов, не являющихся командами или пусками РЗ, превысит значение, заданное параметром «Порог по помехе». После каждой успешной проверки канала регистр накопления шумовых импульсов обнуляется. При вводе нулевого параметра в пункте «Порог по помехе» контроль на помеху не производится.

Для индикации предупреждения о «Статистической помехе» на табло в нижнем правом углу появляется мигающая надпись «Пом.».

Индикация сигнала предупреждения «Увеличение затухания в канале» фиксируется на стадии контроля прохождения ВЧ-сигналов в канале по входной цепи «К. Грубо»

## 2.10. Тестовый режим

В данный режим ПРЦ автоматически переходит при входе в любую из тестовых функций после ввода текущего пароля доступа, за исключением функции измерителя контрольных точек.

Тестовый режим позволяет оператору провести более глубокую автономную проверку целостности и работоспособности основных узлов поста и ПРЦ. При этом:

- контроль канала не производится;
- реле сигнализации переключаются в зависимости от выполняемых оператором тестовых функций;
- управление передатчиком по цепи «Пуск АПК» осуществляется в зависимости от выполняемых оператором тестовых функций.

В тестовом режиме доступны следующие функции:

- измерения контрольных точек;
- самотестирование;
- проверка манипулирующего генератора;
- проверка фазорегулятора;
- проверка выходных реле.

**Внимание!** Выход из тестового режима возможен только через выключение и последующее включение питания поста.

## 2.11. Работа оператора с клавиатурой

В режиме контроля канала нажатие кнопок «Пров.», «Вызов», «Н/У», «Тест», «Стек», «Меню» вызывает на табло соответствующую надпись. Команда выполняется после отпускания кнопки.

«Пров.» — внеочередная проверка канала устройством АПК с фиксацией неисправности без повторной проверки.

«Вызов» — сигнал телефонного вызова (три коротких звуковых импульса) звучит на всех пунктах канала; при двойном нажатии на кнопку «Вызов» происходит вход в подменю «Дистанционный пуск», при выходе из данного подпункта меню производится внеочередная проверка канала и блок переходит в режим «Контроль канала».

«Н/У» — переключение периодичности проверок канала: нор-

мально — 2 ч, ускоренно — 20 мин и бегло — 2 с (двукратное нажатие кнопки «Н/У»). Эти команды меняют режим периодичности проверок на всех аппаратах канала одновременно.

«Тест» — прямой вход в подменю использования тестовых функций. При выходе из данного подпункта меню производится внеочередная проверка канала и блок сразу переходит в основной режим. При двойном нажатии на кнопку «Тест» производится тестовая проверка, после которой аппарат переходит в режим проверки канала с двухсекундной периодичностью.

«Стек» — прямой вход в одноименный пункт меню для просмотра записей в ОЗУ (последняя проверка) и flash (интервалы тока ПРМ и ПРД, неисправности АПК), при выходе из данного подпункта меню производится внеочередная проверка канала и блок переходит в режим «Контроль канала».

«Меню» — вход в режим настроек и управления сервисными функциями устройства АПК.

## **2.12. Назначение кнопок и индикация сообщений при работе в меню**

В меню назначение всех кнопок соответствует дополнительным надписям:

«+» — увеличение (изменение) параметра;

«-» — уменьшение (изменение) параметра;

«←» — перемещение к предыдущему пункту меню или предыдущему параметру;

«→» — перемещение к следующему пункту меню или следующему параметру;

«↑» — выход из меню или из подраздела меню;

«↓» — вход в подраздел меню или переход к исполнению задания, индицируемого на табло.

Тексты надписей на табло при работе оператора в меню могут содержать названия подкаталогов или сервисных функций, а также значения рабочих или изменяемых параметров.

Мерцающие надписи в левом верхнем углу индикатора обозначают заголовок подкаталога верхнего уровня меню или набор знаков «<↑↓> + -», называемый навигатором, который обознача-

ет кнопки, активные в данный момент (символы «<», «>» соответствуют гравировке у кнопок «←» и «→»). Эффект мерцания используется также для указания знакомест, где возможно изменение значения отображаемого параметра устройства АПК.

После отпускания кнопки «Меню» происходит переход в верхний уровень каталога меню сервисных функций и настроек с указанием на подкаталог «Тест».

Немерцающая надпись в центре является заголовком подкаталога «Меню». Нажимая кнопки «→» или «←», можно последовательно просмотреть все заголовки подкаталогов верхнего уровня. Это: «Тест», «Стеки», «Пуск дистанционный», «Установка часов» и далее по кругу. Выбрать любой из них можно нажатием на кнопку «↓».

Длительность любого состояния в режиме управления сервисными функциями ограничено таймером (задается в параметрах от 15 с до 3 мин), обеспечивающим автоматический возврат к режиму контроля канала.

## 2.13. Отдельные элементы меню

**Установка часов реального времени.** Выбор заголовка «Установка часов» позволяет произвести настройку текущего астрономического времени. Кнопками «←» или «→» следует перемещать мерцающие знакоместа по полю индикатора, а кнопками «+» или «-» — изменять соответствующий параметр.

Формат отображения текущего времени и даты — чч.мм.сс дд.мм.гггг.

Реальность вводимого значения проверяется по каждому параметру (с учетом месяца и високосного года). Обнуление секунд производится кнопками «→» или «+». Сохранение назначаемых параметров в микросхеме часов реального времени происходит автоматически в процессе ввода.

Выход из этого режима производится нажатием кнопки «↑».

**Тестовые функции.** Подкаталог «Тест» содержит следующие заголовки:

- измерения контрольных точек;
- самотестирование;

- манипулирующий генератор;
- фазорегулятор;
- тест выходных реле.

Перебор заголовков производится кнопками «←» или «→», а включение функции на исполнение — кнопкой «↓».

Вход в тестовые функции осуществляется только через ввод пароля. Исключение составляет только функция измерения контрольных точек.

После получения оператором доступа к тестовым функциям ПРЦ переключается в тестовый режим работы, кроме функции измерения контрольных точек, при этом выход из теста возможен только путем сброса питания.

**Измерения в контрольных точках.** В данном режиме на индикатор выводятся текущие значения уровней:

« $U_{ВЧ}$ » — напряжения ВЧ-сигнала в линии (измеряется в периоды работы своего передатчика);

« $U_{ВЧ(уд)}$ » — напряжения ВЧ-сигнала в линии (измеряется в периоды, когда свой передатчик остановлен);

« $I_{ВЫХ}$ » — ток выхода передатчика;

Перебор контрольных точек производится кнопками «←» и «→», а выход из режима измерений — кнопкой «↑».

**Самотестирование.** В процессе исполнения данной функции производится проверка исправности поста и цепей подключения к защите. Включение данной функции производится после ввода пароля доступа. После включения функции на экране кратковременно (на 3 с) появляется текущее время, это проводится проверка работы часов. Далее последовательно, в каждой контролируемой цепи проверяется соответствие уровней логических сигналов состоянию передатчика (работает/остановлен). Переход от теста к тесту происходит автоматически.

Если блок ПРЦ неисправностей не обнаружит, то на индикаторе появится соответствующее сообщение.

**Манипулирующий генератор.** Данная функция позволяет проверить работу передающего и приёмного тракта ВЧ-поста манипулированным сигналом при отсутствии сигнала на входе «Манип.». Включение данной функции производится после ввода пароля доступа. Блок ПРЦ формирует сигнал «Пуск АПК» (в виде меандра), которым манипулируется сигнал ВЧ-передатчика.

Частоты сигнала и период в цепи «Пуск АПК» отображаются на табло индикатора и могут выбираться из определенного списка (50, 100, 125, 200, 250, 333, 500, 1000 Гц) оператором с клавиатуры блока ПРЦ.

Выход из данной режима осуществляется кнопкой «↑» или автоматически таймером (3 мин).

**Фазорегулятор** функция для настройки уставки угла блокировки ДФЗ). Данная функция может быть включена только при наличии сигнала манипуляции (служит в качестве опорного сигнала) на входе «Манип.» ВЧ-поста.

При запуске функции блок ПРЦ вырабатывает сигнал управления передатчиком «Пуск АПК», равный по частоте и скважности сигналу «К. Манип.», обеспечивая возможность регулировки фазы сигнала «Пуск АПК» с шагом  $2^\circ$  относительно сигнала манипуляции. На индикаторе постоянно отображается угол сдвига фаз. Сигналы управления «Пуск» (от кнопки на блоке БС — сигнал манипуляции) и «Пуск АПК» (от блока ПРЦ — сигнал фазорегулятора), одновременно управляя передатчиком ВЧ-поста, имитируют работу двух аппаратов в канале при снятии фазной характеристики защиты. Таким образом, существует возможность проверки и настройки органа сравнения фаз (уставок угла блокировки ДФЗ) до начала работ на ВЧ-канале. В ходе опыта по органу манипуляции ДФЗ должен протекать ток полной манипуляции.

Выход из режима фазорегулятора обеспечивается кнопкой «↑» или автоматически таймером (3 мин). При попытке запустить данную функцию в отсутствие сигнала манипуляции, будет выдано сообщение об этом.

Изменение фазы осуществляется кнопками «-» и «+» в диапазоне от 0 до  $358^\circ$  по циклу.

**Тестирование выходных сигналов.** Данная функция предназначена для автономной проверки цепей управления выходными реле сигнализации и самих реле, проверки цепей управления светодиодной индикации и канала формирования звукового сигнала обнаружения неисправности, телефонного вызова.

**Стеки.** Подкаталог меню «Стеки» предназначен для демонстрации записей в долговременной и оперативной памяти блока ПРЦ.

Подкаталог меню «Стек» (войти — «↓») содержит (переход к следующему — «←» или «→») два сектора записей:

«Записи событий АПК» — рапорты о неисправностях ВЧ-канала зафиксированных устройством АПК, события включения/выключения тумблера «АПК Вкл», произошедшие пуски защиты, рестарты ПРЦ;

«Зап. парам. последн. пров-ки» — провал в токе приема, зафиксированный при последней проверке при совместном пуске в стадии проверки ДФЗ.

Выбор записи для просмотра осуществляется кнопкой «↓» во время индикации на табло её заголовка в виде даты и времени регистрации события (осциллограммы или рапорта о неисправности).

Выход из данного подкаталога осуществляется последовательным нажатием на кнопку «↑» или автоматически (по таймеру).

**Записи событий АПК.** Запись событий производится при фиксации неисправности и предупреждений в ходе проверки канала, а также по приходу команды — рапорта о неисправности от удаленных постов. В энергонезависимой памяти фиксируются: дата/время обнаружения и признак неисправности.

Запись событий производится при смене режима работы ПРЦ, рестарте питания блока, переводе ПРЦ в тестовый режим. В энергонезависимой памяти фиксируются: дата/время обнаружения события и рапорт о типе события.

При выборе данного сектора записей на индикаторе отображается номер, время и дата фиксации последней неисправности, а также её наименование. Переход к следующей записи производится кнопкой «←» (или «→» — возврат к предыдущей). Просмотр записи возможен после нажатия кнопки «↓», а выход из режима индикации записи осуществляется кнопкой «↑».

**Запись последней проверки.** Запись данных происходит при одновременном пуске аппаратов канала в ходе последней проверки ДФЗ по результатам измерения среднего значения провала в токе приема и отображается в градусах.

Если функция проверки ДФЗ отключена, то в данном разделе будет отражаться нулевое значение.

**Дистанционные пуски.** Данный подкаталог меню предназначен для дистанционного пуска постоянным или манипулированным сигналом любого из постов канала или всех постов одновременно.

Войти в подкаталог «Дистанционные пуски» можно через меню (используя курсор-кнопки) или двойным нажатием кнопки «Вызов» (прямой доступ).

Обеспечиваются следующие варианты дистанционных пусков (просмотр списка — кнопками «←» и «→»):

Пуск аппарата № 1 неманип. сигн.

Пуск аппарата № 2 неманип. сигн.

Пуск аппарата № 3 неманип. сигн.

Пуск аппарата № 1 манипул. сигн.

Пуск аппарата № 2 манипул. сигн.

Пуск аппарата № 3 манипул. сигн.

Пуск всех манипул. сигн.

Если нажать на кнопку «↓» при индикации соответствующего заголовка в канал выдается команда (см. перечень) автоконтроля.

Пуск производится на 15 с.

Возможно досрочное прекращение пуска при нажатии кнопки «↑» на запущенном приёмопередатчике.

На индикатор блока ПРЦ запущенного поста выводятся показания вольтметра. Если манипуляция отсутствует, то команды пуска манипулированным сигналом исполняются сплошным ВЧ-сигналом.

**Установка параметров АПК.** При выпуске поста из производства все параметры устройства АПК установлены «по умолчанию» и в общем случае настройки не требуют.

Этот подкаталог меню предназначен для проверки и настройки (в случае необходимости) параметров автоконтроля.

Настраиваются следующие параметры:

- допустимое время перезапуска, с;
- количество аппаратов в линии;
- номер аппарата в линии;
- протокол обмена;
- время без манипуляции, ч;
- допустимые провалы, град.;
- порог по помехе, с;
- интервал помехи, мс;
- контроль  $I_{\text{вых}}$ ;
- тип автоконтроля;
- адрес локальной сети;

Выбор изменяемого параметра производится кнопками «←» или «→» (движение по кругу).

Изменение любого параметра, в том числе текстового («протокол», «тип автокон.»), производится кнопками «←» или «+».

«Допустимое время перезапуска» — параметр, определяющий логику работы алгоритма сигнализации о рестарте ПРЦ или кратковременной потере питания на интервал времени меньше, определенного данным параметром.

«Количество аппаратов в линии» (число постов в ВЧ-канале) может быть назначено от 2 до 3.

«Номер аппарата в линии» — порядковый номер поста для начальной установки таймера периодичности проверок. В ВЧ-канале не должно быть постов с одинаковыми номерами (неизбежны конфликты проверок). Номер поста не может быть больше количества аппаратов в линии.

«Протокол обмена» — этот параметр позволяет включить в работу устройство АПК в одном канале с постами предшествующих версий, а также видоизменить протокол обмена с учётом местных условий.

Возможны следующие варианты:

- «ПВЗ-90» — протокол для работы в канале с ПВЗ-90М;
- «заводской до 250» — протокол для работы в канале с ПВЗУ (номера 1 ÷ 250) с платой ПРЦ на процессоре 1801;
- «заводской от 250» — протокол для работы в канале с ПВЗУ (номера от 250) с платой ПРЦ на процессоре 1801;
- «стандарт.-быстр.» — стандартный протокол для связи с ПВЗУ-М и ПВЗУ-Е;

• «стандарт.-медл.» — стандартный протокол для связи с ПВЗУ-М и ПВЗУ-Е, удлинённые импульсы данного протокола позволяют стабильно работать в плохой помеховой обстановке.

Если необходимо изменить признак чётности следует нажать на кнопку «+».

Для сохранения параметров необходимо нажать кнопки «←», «→» и одновременно отпустить их. Если на табло кратковременно высветилось сообщение «Сохранение», то запись произошла, если такого сообщения не последовало, то следует повторить команду записи, стремясь к одновременности отпускания кнопок.

Параметры протокола в этой части должны быть идентичными на всех постах ВЧ-канала.

«*Время без манипул. (ч.)*». Если манипуляция будет отсутствовать больше времени, заданного этим параметром, то будет сформирован сигнал предупреждения. На индикаторе в правом нижнем углу появится численное значение параметра.

Параметр задается дискретно (с шагом 1 ч). Рекомендуемое значение — 48 ч.

При установке этого параметра равным нулю контроль отсутствия манипуляции не производится.

«*Допуст. провалы (град.)*» — этот параметр задает порог по уровню тока выхода приёмника, порождаемого «просечками» ВЧ-сигнала при одновременном пуске передатчиков манипулированным сигналом в ходе проверки ДФЗ. Порог задается дискретно в градусах (с шагом 2). Рекомендуемое значение — 20. При установке параметра равным нулю, контроль «просечек» не производится.

«*Порог по помехе (с)*». По выходу основного приемника ПРЦ производит накопление длительностей помеховых импульсов, не являющихся собственными или чужими командами или пусками от РЗ.

После каждой успешной проверки канала регистр накопления шумовых импульсов обнуляется. Если порог по шумам окажется превышенным, то сработает сигнал предупреждения.

Значение порога по помехе вводится в секундах (шаг установки 1 с), диапазон параметра 0÷255. При нулевом значении порога контроль статистической помехи не производится.

«*Интервал помехи (мс)*» — параметр, регламентирующий длительность тестирования канала на помеху в процессе проверки канала.

Значение вводится в миллисекундах, диапазон 0÷200, изменение с шагом 20 мс.

«*Контроль  $I_{\text{вых}}$* ». В данной версии программы параметр не задействован, необходимо выставить значение «прямой сигнал».

«*Тип автоконтроля*». Возможны следующие значения данного параметра:

- «Тревожный» — повторов проверки не производится, повторов команд в процессе проверки нет;

- «Нормальный» — производится два повтора проверки, один повтор команды в процессе проверки;
- «Спокойный» — производится три повтора проверки, три повтора команды в процессе проверки;
- заводская установка параметра «Нормальный».

«Адрес локальной сети» — параметр, необходимый для идентификации блока ПРЦ, как опрашиваемого контролируемого пункта через локальную сеть энергообъекта по определенному адресу. Изменение отредактированных параметров АПК осуществляется при выходе из пункта установки параметров АПК.

При этом на ЖКИ высвечивается диалоговое окно:

Нажатие на кнопку «+» приводит к высвечиванию окна приглашения ввести текущий пароль доступа. Если пароль введен верно, то инициируется процесс записи массива отредактированных параметров в энергонезависимую память и их немедленного применения, иначе сохранения не производится. Далее происходит выход из режима в «Меню».

Нажатием на кнопку «↑» оператор может отказаться от сохранения измененного массива параметров АПК в энергонезависимой памяти и выйти из режима в «Меню».

**Калибровка АЦП.** Необходимо выбрать пункт меню «Коэф. АЦП» и войти в него, затем ввести пароль доступа.

Далее необходимо выполнить девять шагов (с указаниями) для осуществления калибровки АЦП. Переход к следующему шагу осуществляется нажатием на кнопку «↓».

**1-й шаг.** Переключить переключатель «Лин/75 Ом» на лицевой панели блока ЛФ в положение 75 Ом.

**2-й шаг.** Включить режим АМ — перевести сигнал  $U/2$ , включающий режим пониженной мощности в активное состояние (снизить уровень сигнала в 2 раза).

**3-й шаг.** Измерить с помощью вольтметра уровень выходного сигнала и ввести его в указанное поле с точностью до десятков милливольт (переключение между дробной и целой частями возможно вести с помощью кнопок «←» и «→», редактировать значения при помощи кнопок «+» и «-»).

**4-й шаг.** Выключить режим АМ — снять сигнал  $U/2$ , включающий режим.

5-й шаг. Измерить уровень выходного сигнала и ввести его в указанное поле с точностью до десятков милливольт.

6-й шаг. Подать входной сигнал на вход ЛФ с уровнем 0,15 В.

7-й шаг. Измерить уровень входного сигнала и ввести его в указанное поле с точностью до десятков милливольт. Данный пункт актуален в том случае, если нет возможности подать на вход поста сигнал с указанным в 6-м шаге уровнем.

8-й шаг. Подать входной сигнал на вход ЛФ с уровнем 1,10 В.

9-й шаг. Измерить с помощью вольтметра уровень входного сигнала и ввести его в указанное поле с точностью до десятков милливольт. Данный пункт актуален в том случае, если нет возможности подать на вход поста сигнал с указанным в 8-м шаге уровнем.

**Ввод пароля доступа.** С помощью кнопок «←», «→» можно выбрать редактируемый разряд вводимой кодовой комбинации. Изменение разряда осуществляется кнопками «+», «-».

После ввода кода пароля необходимо нажать кнопку «↓». Если пароль введен верно, то произойдет либо сохранение отредактированных параметров АПК, либо вход в выбранную тестовую функцию. Иначе отредактированные параметры АПК не будут сохранены, вход в выбранную тестовую функцию не последует.

Код текущего пароля хранится в энергонезависимой памяти. Возможно также пользоваться единым кодом пароля доступа: 3582.

# Наладка и техническое обслуживание ПВЗУ-Е

## 3.1. Проверка аппаратуры ПВЗУ-Е

Перед установкой необходимо пост ПВЗУ-Е освободить от упаковки, убедиться в отсутствии повреждений корпуса, снять заднюю крышку и проверить состояние клеммных колодок. Проверить наличие технической документации (паспорт, техническое описание, принципиальные и монтажные схемы), ремонтной платы, согласующего трансформатора и ЗИП.

Измерить сопротивление изоляции следующих цепей:  $X_2$  (1, 2, 3, 4),  $X_{10}$  (1, 2, 3, 4, 5, 6) по отношению к корпусу мегомметром 1000 В (см. Приложение 4). Сопротивление изоляции должно быть не менее 10 МОм.

Заземлить ПВЗУ-Е через специальный болт заземления.

На лицевой панели ЛФ переключателем «ЛИН-75» выход передатчика нагрузить на 75 Ом.

Установить резистор 600 или 3200 Ом, в зависимости от типа защиты, на клеммы  $X_{4.1}$ — $X_{4.2}$ . Установить перемычку между клеммами  $X_{5.1}$ — $X_{7.1}$ .

В зависимости от напряжения питания ПВЗУ-Е и типа защиты должны быть установлены перемычки согласно табл. 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1

|                                 |       |                     |
|---------------------------------|-------|---------------------|
| Напряжение питания, В . . . . . | 220   | 110                 |
| Перемычки ПН . . . . .          | П7-П8 | П7-П6, П5-П8, П3-П4 |

Для питания приемопередатчика от батареи 110 В необходимо применять блок ПН УСК.102.030.00-04, установив перемычки в соответствии с табл. 3.1, а также блок БП-КС КСК.435111.050,

в котором необходимо перерезать печатный проводник между выводам трансформатора 2 и 5, а затем соединить перемычкой вывод 2 трансформатора Т1 с точкой А.

Включенные переключатели и устанавливаемые перемычки в блоке БС в зависимости от типа защиты приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

| Тип защиты    | Включенные переключатели  | Устанавливаемые перемычки |
|---------------|---------------------------|---------------------------|
| ДФЗ           | JP1, JP2, (JP3), JP4, JP6 | 1-2, 3-4, 5-6, 7-8, 16-17 |
| НЗ            | JP3, JP6                  | 1-2, 3-4, 5-6, 7-8, 16-17 |
| ППЗ           | JP3, JP5                  | 1-4, 2-3, 5-8, 6-7, 16-17 |
| ШЭ2607 (ЭКРА) | JP3, JP5                  | 1-4, 2-3, 5-6, 7-8, 15-16 |

Проверить рабочее состояние ПВЗУ-Е. Отключить тумблер АПК. Включить выключатель на лицевой панели блока питания. В выключателе загорается светодиод. Проверить показания измерительного прибора в миллиамперах: для ДФЗ — 20 мА, для направленной — 0 мА, для ППЗ — 0 В. Проверить в гнездах БП выходные напряжения стабилизаторов 5 В; +12 В; -12 В; +24 В. Измерить частоту передатчика в гнездах блока СЧ на лицевой панели. Нажать кнопку пуск в блоке БС. Измерительный прибор покажет — 0 для ДФЗ, 20 мА для направленной и 15 В — для ППЗ. При этом загорятся светодиоды «УМ», «Осн», «Груб». Отжать кнопку «Пуск». Включить тумблер «АПК».

### 3.2. Настройка линейного фильтра

Собрать схему проверки характеристик линейного фильтра, а при необходимости, выполнить ее настройку на другие частоты. В диапазоне 36—600 кГц фильтр, выпущенный до 2005 г., имеет пять поддиапазонов.

Схема проверки линейного фильтра показана на рис. 3.1.

Затухание линейного фильтра на частоте передачи должно быть менее 2 дБ. Затухание определяется по формуле, дБ:

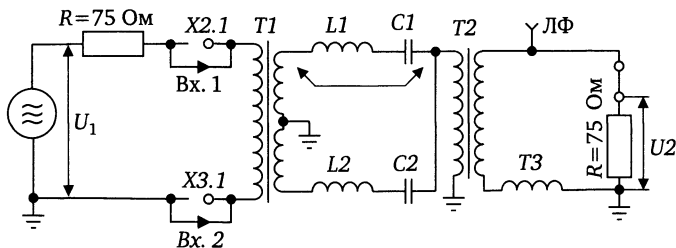


Рис. 3.1

$$a = 20 \lg U_1 / (2U_2).$$

При неудовлетворительных результатах измерения произвести настройку контуров на частоты, указанные в табл. 3.6. Настройка производится по минимальному напряжению на выходе фильтра при закороченном одном из контуров.

Линейный фильтр имеет пять (шесть) поддиапазонов, поэтому при настройке на другой диапазон необходима замена индуктивностей и трансформаторов. Определяют полосу пропускания фильтра на уровне 3 дБ от рабочего затухания. Полоса пропускания должна быть не менее 3 кГц, но не более 4% частоты настройки фильтра. Подстройка фильтра производится следующим образом: контуры  $L1, C1; L2, C2$  по очереди исключаются из работы путем установки переключателей. Второй контур подстраивается подбором конденсаторов типа КУ-15 на граничную частоту передатчика. Аналогично проверяется другой контур. Чем уже полоса пропускания фильтра, тем больше затухание, и наоборот. После подстройки контуров снова снимаются характеристики затухания и полосы пропускания. Помещают линейный фильтр в корпус ПВЗУ-Е.

Устанавливают необходимую мощность передатчика ПВЗУ-Е. Максимальная мощность передатчика +45 дБ требуется только на длинных линиях с большим затуханием канала. В остальных случаях желательно устанавливать мощность передатчика номинальной, особенно на каналах, работающих с полупроводниковыми защитами. Пониженная мощность также необходима на коротких ВЛ для устранения биений частот своего и дальнего сигналов. Понижение мощности производится путем снижения питающего напряжения от блока ПН с 24 до 8 В. Плавная регу-

лировка снижения напряжения производится на лицевой панели блока ПН.

Затем производят калибровку усилителя мощности и напряжения входа.

### 3.3. Генераторная система ПВЗУ-Е на платах Ген.1 и Ген.2

Для перестройки несущей частоты передатчика  $F_{\text{нес}}$  и перестройки приемника на другую частоту  $F_{\text{гет1}}$  необходимо измерить частоту первого гетеродина  $F_{\text{гет1}}$ , которая может изменяться в диапазоне 1258—1822 кГц, в гнездах блока «Ген.1» и измерить частоту второго гетеродина  $F_{\text{гет2}}$  — 1205 кГц.

Для изменения частоты первого гетеродина (перестройки приемника на другую частоту) и частоты канала (несущей) необходимо произвести расчет и переустановку перемычек (выбор диапазона) в ГУН и перемычки коэффициента деления счетчиков.

**Методика установки перемычек, определяющих частоту первого гетеродина:**

- определить частоту первого гетеродина по формуле, кГц:

$$f_1 = f_0 + 1222,$$

где  $f_1$  — частота первого гетеродина;  $f_0$  — несущая частота;

Таблица 3.3

| Частота<br>первого<br>гетеродина,<br>кГц | Переключатели |    |    |    |
|------------------------------------------|---------------|----|----|----|
|                                          | 20            | 21 | 22 | 23 |
| 1742—1825                                |               |    |    |    |
| 1642—1742                                |               |    |    | +  |
| 1555—1642                                |               |    | +  |    |
| 1500—1555                                |               |    | +  | +  |
| 1400—1450                                |               | +  |    | +  |
| 1350—1400                                |               | +  | +  |    |
| 1300—1350                                |               | +  | +  | +  |
| 1280—1300                                | +             |    |    |    |
| 1235—1280                                | +             |    |    | +  |

Таблица 3.4

| Значение<br>слагаемого | Переключатель JP | Значение<br>слагаемого | Переключатель JP     |
|------------------------|------------------|------------------------|----------------------|
| 1                      | 6                | 80                     | 13                   |
| 2                      | 7                | 100                    | 14                   |
| 4                      | 8                | 200                    | 15                   |
| 8                      | 9                | 400                    | 16                   |
| 10                     | 10               | 800                    | 17                   |
| 20                     | 11               | 1000                   | 18                   |
| 40                     | 12               | 2000                   | Постоянное положение |

- для частоты  $f_1$  наличие перемычек можно определить по табл. 3.3.

Здесь и далее, знак (+) обозначает положение переключателя в состоянии «ON».

- определить константу, которую необходимо записать в делитель для получения нужного коэффициента деления, по формуле:

$$C = 2f_1 - 1.$$

Выбрать из табл. 3.4 те слагаемые, которые в сумме дают константу  $C$ . Определить переключатели, которые не соответствуют слагаемым константы  $C$ .

**Пример 1.** Расчет установки переключателя в положение «ON» при частоте приема  $f_0 = 61,5$  кГц:

а) определить частоту первого гетеродина приемника:

$$f_1 = f_0 + 1222 = 61,5 + 1222 = 1283,5 \text{ кГц};$$

б) следует установить перемычку  $JP23$ ;

в) определить константу  $C$ :

$$C = 2f_1 - 1 = 2 \cdot 1283,5 - 1 = 2566;$$

г) разложить константу на слагаемые, указанные в табл. 3.4

$$C = 2566 = 2000 + 400 + 100 + 40 + 20 + 4 + 2;$$

д) следует установить перемычки:  $JP6$ ,  $JP9$ ,  $JP10$ ,  $JP13$ ,  $JP15$ ,  $JP17$ ,  $JP18$ .

**Методика расчета перемычек, определяющих несущую частоту:**

- по табл. 3.5 определить коэффициент деления  $n_2$  окончного делителя канала несущей частоты и установку положения переключателя «ON»;

- определить коэффициент  $n_1$  делителя по формуле:

Таблица 3.5

| Несущая частота, кГц | Коэффициент деления, $n_2$ | Переключатели |    |    |    |    |
|----------------------|----------------------------|---------------|----|----|----|----|
|                      |                            | 37            | 38 | 39 | 40 | 41 |
| 416 — 600            | 2                          | +             |    |    |    |    |
| 208 — 416            | 4                          |               | +  |    |    |    |
| 104 — 208            | 8                          |               |    | +  |    |    |
| 52 — 104             | 16                         |               |    |    | +  |    |
| 36 — 52              | 32                         |               |    |    |    | +  |

Таблица 3.6

| Диапазон частоты | Номера перемычек |   |   |   |   |
|------------------|------------------|---|---|---|---|
|                  | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 784—832          |                  |   |   |   |   |
| 750—784          | +                |   |   |   |   |
| 715—750          |                  | + |   |   |   |
| 695—715          | +                | + |   |   |   |
| 670—695          |                  |   | + |   |   |
| 650—670          | +                |   | + |   |   |
| 624—650          |                  | + | + |   |   |
| 615—624          | +                | + | + |   |   |
| 590—615          |                  |   |   | + |   |
| 580—590          | +                |   |   | + |   |
| 566—580          |                  | + |   | + |   |
| 556—566          | +                | + |   | + |   |
| 544—556          |                  |   | + | + |   |
| 532—544          | +                |   | + | + |   |
| 520—532          |                  | + | + | + |   |
| 516—520          | +                | + | + | + |   |
| 509—516          |                  |   |   |   | + |
| 500—509          | +                |   |   |   | + |
| 490—500          |                  | + |   |   | + |
| 484—490          | +                | + |   |   | + |
| 476—484          |                  |   | + |   | + |
| 468—476          | +                |   | + |   | + |
| 460—468          |                  | + | + |   | + |
| 454—460          | +                | + | + |   | + |
| 448—454          |                  |   |   | + | + |
| 442—448          | +                |   |   | + | + |
| 435—442          |                  | + |   | + | + |
| 431—435          | +                | + |   | + | + |
| 426—431          |                  |   | + | + | + |
| 420—426          | +                |   | + | + | + |
| 415—420          |                  | + | + | + | + |

Таблица 3.7

| Значение<br>слагаемых | Переключатели $JP$ | Значение<br>слагаемых | Переключатели $JP$ |
|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
| 1                     | 24                 | 80                    | 31                 |
| 2                     | 25                 | 100                   | 32                 |
| 4                     | 26                 | 200                   | 33                 |
| 8                     | 27                 | 400                   | 34                 |
| 10                    | 28                 | 800                   | 35                 |
| 20                    | 29                 | 1000                  |                    |
| 40                    | 30                 |                       |                    |

$$n_1 = n_2 \cdot f_0 / 2,$$

где  $n_2$  — коэффициент, определенный по табл. 3.5;  $f_0$  — несущая частота, кГц.

По найденному значению  $n_1$  по табл. 3.6 определить необходимые перемычки, для установки диапазонов несущей частоты;

- определить константу, которую необходимо записать в делитель для получения коэффициента деления  $n_1$  по формуле:

$$C_1 = n_1 - 1.$$

Выбрать по табл. 3.7 те слагаемые, которые в сумме дают значение константы  $C_1$ . Определить перемычки, которые не соответствуют слагаемым значения константы  $C_1$ .

**Пример 2.** Расчет установки перемычек при частоте передачи  $f_0 = 61,5$  кГц:

а) по табл. 3.5 определить  $n_2$  и перемычки для частоты 61,5 кГц:

$$n_2 = 16;$$

б) по табл. 3.6 определить коэффициент  $n_1$ :

$$n_1 = n_2 \cdot f_0 / 2 = 16 \cdot 61,5 / 2 = 492;$$

в) установить перемычки *JP2*, *JP5*;

г) рассчитать константу  $C_1$ :

$$C_1 = n_1 - 1 = 492 - 1 = 491;$$

д) разложить значение  $C_1$  на слагаемые, указанные в табл. 3.7:

$$C_1 = 491 = 400 + 80 + 10 + 1;$$

е) установить перемычки *JP25*, *JP26*, *JP27*, *JP29*, *JP30*, *JP32*, *JP33*, *JP35*;

ж) коэффициент деления  $n_2 = 16$ ;

з) установить положение переключателя *JP40* «ON».

В дополнение к предыдущему можно сказать, что существует несколько вариантов настройки несущей частоты (чем ниже частота, тем больше вариантов). В качестве примера в табл. 3.8 показано четыре варианта настройки (I, II, III, IV) для частоты  $f_H = 87$  кГц.

Таблица 3.8

| №<br>ва-<br>ри-<br>ан-<br>та | Коэффици-<br>енты<br>оконечного<br>делителя <i>N</i><br>( <i>JP</i> замкнут) | Расчет<br>коэффи-<br>циента<br>предвари-<br>тельного<br>делителя<br>$m = f_H n - 1$ | Установка коэффициентов <i>m</i><br>предварительного делителя<br>с помощью ( <i>JP24—35</i> ) |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                              |                                                                              |                                                                                     | сотни                                                                                         |                 |                 |                 | десятки         |                 |                 |                 | единицы         |                 |                 |                 |
|                              |                                                                              |                                                                                     | <i>JP</i><br>35                                                                               | <i>JP</i><br>34 | <i>JP</i><br>33 | <i>JP</i><br>32 | <i>JP</i><br>31 | <i>JP</i><br>30 | <i>JP</i><br>29 | <i>JP</i><br>28 | <i>JP</i><br>27 | <i>JP</i><br>26 | <i>JP</i><br>25 | <i>JP</i><br>24 |
|                              |                                                                              |                                                                                     | 8                                                                                             | 4               | 2               | 1               | 8               | 4               | 2               | 1               | 8               | 4               | 2               | 1               |
| I                            | 1 ( <i>JP37</i> )                                                            | $87 \cdot 1 - 1 = 086$                                                              |                                                                                               |                 |                 |                 | +               |                 |                 |                 |                 | +               | +               |                 |
| II                           | 2 ( <i>JP38</i> )                                                            | $87 \cdot 2 - 1 = 173$                                                              |                                                                                               |                 |                 | +               |                 | +               | +               | +               |                 |                 | +               | +               |
| III                          | 4 ( <i>JP39</i> )                                                            | $87 \cdot 4 - 1 = 347$                                                              |                                                                                               |                 | +               | +               |                 | +               |                 |                 |                 | +               | +               | +               |
| IV                           | 8 ( <i>JP40</i> )                                                            | $87 \cdot 8 - 1 = 695$                                                              |                                                                                               | +               | +               |                 | +               |                 |                 | +               |                 | +               |                 | +               |

После переключений желательно проверить тестером, что включенный (установленный) *JP* действительно замкнул цепь.

Для этого измерить тестером напряжение в контрольной точке *U*. Если напряжение более 8 В, то следует уменьшить подключенную емкость  $C^*$  в контуре ГУН, а если  $U < 2$  В, то необходимо

увеличить  $C^*$  с помощью  $JP1$  (около 15 пФ);  $JP2$  (около 27 пФ);  $JP3$  (около 50 пФ);  $JP4$  (около 95 пФ);  $JP5$  (около 160 пФ).

Если напряжение в контрольной точке в норме (от 2 до 8 В), то следует проверить полосу захвата петли ФАПЧ, для чего повернуть вокруг оси подстроечный конденсатор  $C26$ . Напряжение должно плавно изменяться от 2 до 8 В. После чего установить напряжение равным 4—4,5 В.

Если при вращении  $C26$  не удастся достигнуть одного из пределов (2 или 8 В), то следует продолжить ступенчатую регулировку конденсатора  $C^*$  при помощи  $JP1$ — $JP5$ .

Хотелось отметить, что наиболее частой причиной сбоя работы устройства АПК является качание несущей частоты или частоты гетеродинов при разрыве петли обратной связи ФАПЧ. Признак устойчивой генерации — это практическое отсутствие изменения частоты в контрольных гнездах (не более  $\pm 1$  Гц, по показаниям частотомера) при изменении несущей частоты. Признак наличия качания частоты — это «скачки» на 10 Гц и более и появление в контрольной точке  $U$  переменной составляющей.

### 3.4. Перестройка цифрового приемника на определенную частоту

Шаг настройки приемника — 500 Гц. Для настройки приемника на нужную частоту необходимо набрать двоичный код частоты на наборном поле  $SW1$  (переключатели с 1 по 11). Логическая 1 соответствует положению «ON».

**Пример 3.** Ниже приведено положение переключателей для настройки приемника на частоту 175,5 кГц.

|                     |           |     |     |     |     |    |     |    |    |    |    |     |
|---------------------|-----------|-----|-----|-----|-----|----|-----|----|----|----|----|-----|
| Номер переключателя | ....12    | 11  | 10  | 9   | 8   | 7  | 6   | 5  | 4  | 3  | 2  | 1   |
| Положение           | ..... OFF | OFF | OFF | ON  | OFF | ON | OFF | ON | ON | ON | ON | ON  |
| Вес, кГц.           | .....—    | 512 | 256 | 128 | 64  | 32 | 16  | 8  | 4  | 2  | 1  | 0,5 |

$$F_{\text{ПРМ}} = 175,5 \text{ кГц} = (128 + 32 + 8 + 4 + 2 + 1 + 0,5) \text{ кГц}.$$

Таблица 3.9

| Переключатель SW3 | Уровень сигнала, дБ |     |     |    |
|-------------------|---------------------|-----|-----|----|
|                   | 6                   | 10  | 12  | 15 |
| 1                 | OFF                 | OFF | ON  | ON |
| 2                 | OFF                 | ON  | OFF | ON |

Для настройки компаратора «Грубо» используются переключатели SW3. В табл. 3.9 приведены положения переключателей для различных отношений порогов срабатывания компараторов «Грубо» и «Основной».

### 3.5. Настройка приемника блока ЦФС

**Регулировка приемника.** Чувствительность приемника — это напряжение ВЧ-сигнала на входе приемника, при котором происходит изменение состояния выходной части приемника (изменение тока приема НЗ, ДФЗ) и изменение логических уровней 0 или 1 для полупроводниковых защит.

Чувствительность приемника выбирается из двух условий:

- уровень чувствительности основного приемника должен быть выше на 6—9 дБ уровня селективной помехи ВЧ-канала;
- уровень чувствительности «грубого» приемника должен быть ниже на 8—15 дБ приходящего сигнала (запас по перекрываемому затуханию).

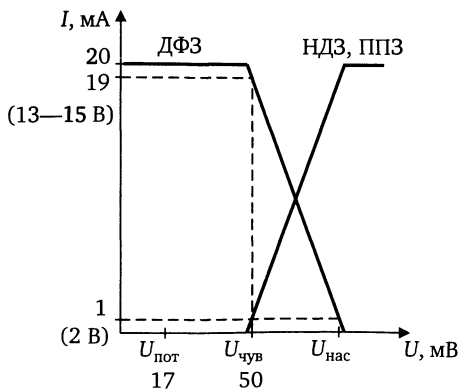


Рис. 3.2

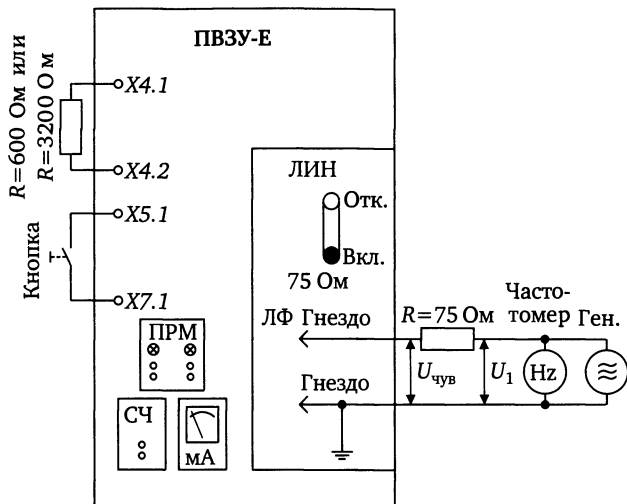


Рис. 3.3

Избирательность приемника — это способность приемника реагировать на ВЧ-сигнал в определенной полосе частот (рис. 3.2).

Запас по перекрываемому затуханию есть отношение принимаемого ВЧ-сигнала к напряжению чувствительности:

$$A_{\text{зап}} = 20 \lg U_{\text{пр}} / U_{\text{чув}}.$$

В данном случае запас рассчитывается по формуле:

$$A_{\text{зап}} = 8 \text{ дБ} + a_{\text{гол}}, \quad a_{\text{гол}} = 5 \text{ дБ}.$$

Последовательность операций при регулировке приемника:

- 1) собрать по рис. 3.3 схему для определения чувствительности и избирательности приемника;
- 2) измерить входное сопротивление ПВЗУ-Е на частоте приема и частотах параллельно работающей аппаратуры

$$Z_{\text{вх}} = U_2 75 / (U_1 - U_2).$$

Входное сопротивление регулируется резисторами R14, R15 и на частоте приема должно быть  $75 \pm 25 \text{ Ом}$ ;

- 3) установить необходимую чувствительность приемника:

- для супергетеродинного приемника — переключателями S1, S2 и резистором R29;

- для цифрового приемника — переключателями *SW5*, *SW6* и резистором *R29*;
  - для цифрового приемника ЦФС — переключателями *SW1*, *SW2* и резистором *R29*;
- 4) установить чувствительность «грубого» приемника на 4—8 дБ выше чувствительности основного приемника регулировкой резистора по загоранию светодиода.

### 3.6. Настройка приемника ЦФС

Перед настройкой приемника проводим проверку индикации на лицевой панели:

- светодиод «Осн» погашен;
- светодиод «Груб» погашен;
- фон индикатора светится ровным зеленым цветом;
- надпись на индикаторе «Провалы:»;
- нижняя строка «360 эл°»;
- при нажатии на кнопку «Пуск » и «+» должны гореть светодиоды «Осн» и «Груб»,
  - при нажатии на кнопку «→» и «←» надпись на индикаторе изменится, сначала на « $U_{\text{прм}}$ » появится надпись «0,000 В», при следующем нажатии на « $U_{\text{прм}}$ » — «-36,6 дБ», при следующем нажатии вернется в исходное состояние «Провалы:» «360 эл°»;
  - при нажатии на кнопку «↓» произойдет перемещение в меню блока ЦФС, причем при удержании ее нажатой надпись на индикаторе изменится на «Меню»;
  - при двойном нажатии на кнопку «↑» произойдет перемещение в режим голосовой связи, на индикаторе появится надпись «громк. 25%» «слушай»; при удержании кнопки «Пуск» и «+» должны гореть светодиоды «Осн», «Груб», на индикаторе появится надпись «Говори». Для выхода из этого режима и перехода в исходное состояние необходимо однократно нажать на кнопку «↑».

Далее необходимо при помощи интерфейса RS-232 связать блок ЦФС с ПЭВМ и запустить программу *prmlink.exe*. Наличие зеленого индикатора в окне программы около надписи «Связь» (рис. 3.4) обозначает, что связь с блоком ЦФС установлена. Если индикатор красного цвета, то необходимо проверить соединение

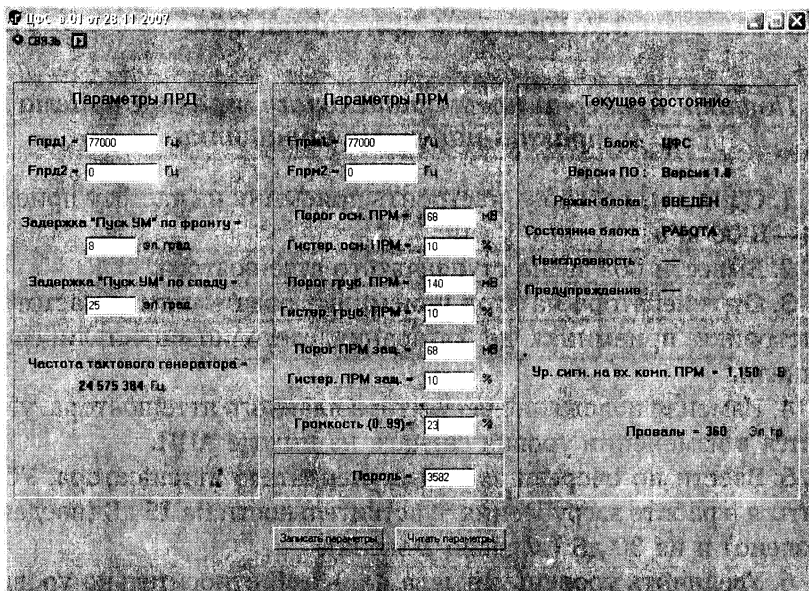


Рис. 3.4

кабеля интерфейса RS-232 и настройку драйвера последовательного канала.

При работающей связи в окне программы будет отображаться текущее состояние блока ЦФС, а при нажатии кнопки «Читать параметры», они считываются из внутренней памяти блока и отображаются в соответствующих полях.

Теперь можно настроить эти параметры. Наиболее удобный способ, это применение внешнего компьютера с программы. Для изменения параметра необходимо ввести в соответствующие окна нужные значения и нажать кнопку «Записать параметры».

В качестве резервного варианта имеется возможность провести настройку при помощи клавиатуры на передней панели блока ЦФС. Для этого вызываем «Меню», нажимая кнопку «↓», далее, нажимая кнопку «→» переходим в пункт меню «Изм» «Параметры» и вводим пароль. Значение параметра изменяется кнопками «+» и «-». Для подтверждения значения параметра используется кнопка «↓» при этом выполняется переход к отображению следующего параметра. И так далее, по кругу.

### 3.7. Проверка приемника ЦФС

#### ***Порядок проверки предварительного тракта приема и тракта цифровой обработки***

1. Одним из способов настроить приемник на частоту приема 24—1000 кГц.
2. Вывести оба звена ступенчатого аттенюатора.
3. От генератора на вход приемника подать сигнал частотой настройки приемника до загорания светодиодов на лицевой панели.
4. Изменяя положение регулятора плавного аттенюатора, убедиться в изменении уровня сигнала на выходе АЦП.
5. Ввести по очереди звенья ступенчатого аттенюатора. Убедиться в работе заглубления чувствительности на 15 дБ (введено 1 звено) и на 30 дБ (введено 2 звена).
6. Увеличить уровень сигнала на +3 дБ относительно уровня чувствительности и измерить полосу пропускания ПРМ. Полоса пропускания должна быть примерно равна 1,5 кГц. Края полосы пропускания фиксируются по зажиганию светодиода «Осн» на лицевой панели блока ПРМ.

#### ***Проверка формирования несущей частоты***

1. Одним из способов настроить блок на несущую частоту 24—1000 кГц.
2. Нажать и удерживать на лицевой панели блока ЦФС кнопку «Пуск».
3. С помощью частотомера проконтролировать формирование несущих частот 24—1000 кГц в контрольной точке « $F_{\text{нес}}$ ».
4. Снять амплитудную характеристику тракта приема. Для этого на вход приемника подать сигнал частотой, равной частоте приема, а напряжение изменять от  $0,5 U_{\text{чув}}$  до  $10 U_{\text{чув}}$  через 100 мВ. Напряжение по тракту приема снимается в зависимости от типа приемника и заносится в табл. 3.10.

**Нахождение полосы пропускания.** Определить полосу пропускания приемника (рис. 3.5) можно следующим образом. Подать на вход приемника сигнал частотой приема на уровне чувствительности приемника. Затем увеличить входной сигнал

Таблица 3.10

| Напряжение входа         | Кратность входного сигнала<br>относительно $U_{\text{чув}}$ |   |   |   |   |   |   |    |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|----|
|                          | 0,5                                                         | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 9 | 10 |
| $U_{\text{вх}}$          |                                                             |   |   |   |   |   |   |    |
| $B \times 1, B \times 2$ |                                                             |   |   |   |   |   |   |    |
| ЛФ                       |                                                             |   |   |   |   |   |   |    |
| XS2 ПРМ                  |                                                             |   |   |   |   |   |   |    |
| Показания прибора, В     |                                                             |   |   |   |   |   |   |    |
| Показания прибора, дБ    |                                                             |   |   |   |   |   |   |    |

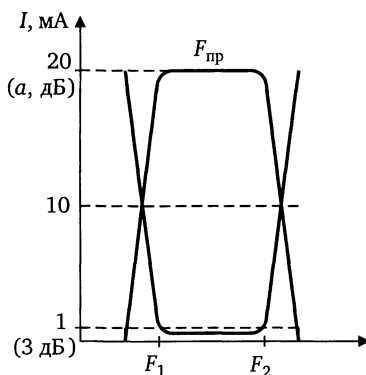


Рис. 3.5

в 1,4 раза и, поддерживая постоянным напряжение входа и изменяя частоту вправо и влево от частоты настройки приемника, определить две точки, в которых ток приема находится в пределах 4—8 мА. Чувствительность можно определить и по загоранию светодиода «Осн»;  $F_1$  и  $F_2$  — границы полосы приема.

**Определение избирательности приемника.** Избирательность приемника можно определить при подачи максимально возможного напряжения (от 1 до 20 В) от генератора на вход приемника. Найти две точки на характеристике, в которых ток приема будет находиться в пределах 4—8 мА. Снять частотную характеристику в полосе 4 кГц.

**Снятие манипуляционной характеристики.** Для этого необходимо собрать схему проверки в соответствии с рис. 3.6.

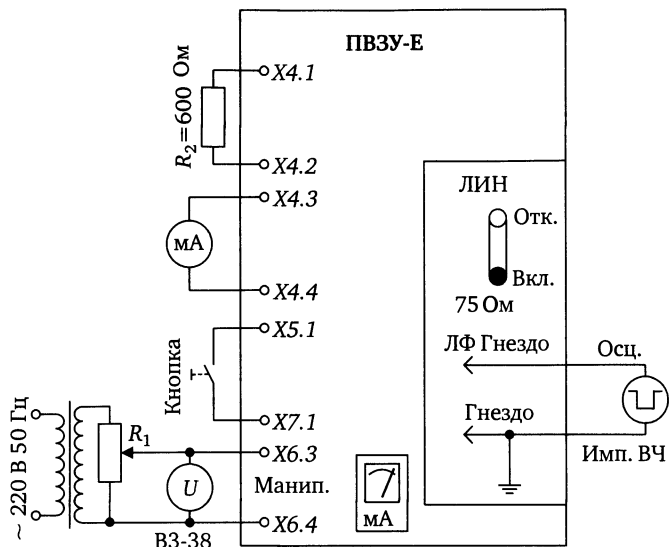


Рис. 3.6

Через разделительный трансформатор на вход X6.3 и X6.4 подать напряжение частотой 50 Гц, регулируемое от 0 до 100 В. Между клеммами X4.3 и X4.4 снять перемычку «Ток приема» и подключить амперметр класса 0,5 магнитоэлектрической системы. К клеммам «75 Ом» и «Земля» подключить осциллограф.

Нажать на наладочную кнопку (X5.1—X7.1). Ток приема должен быть равен нулю. На экране осциллографа должен присутствовать ВЧ-сигнал на выходе передатчика, который не должен иметь модуляции.

Подать на трансформатор 220 В. Изменяя напряжение на входе манипулятора от 1 до 100 В, измерить ток приема. На осциллографе должен быть манипулированный сигнал.

Заполнить табл. 3.11 показаниями приборов и результатами расчета угла импульсов тока приема. Угол импульсов рассчитывается по формуле:

$$\varphi = (I_{\text{пр}}/I_{\text{пок}})360^\circ,$$

где  $I_{\text{пр}}$  — ток приемника при наличии манипуляции;  $I_{\text{пок}}$  — ток приемника в отсутствии манипуляции.

Таблица 3.11

|                             |     |   |   |         |   |    |    |       |
|-----------------------------|-----|---|---|---------|---|----|----|-------|
| $U_{\text{ман}}, \text{ В}$ | 1   | 3 | 5 | 7       | 9 | 12 | 25 | 100   |
| $I_{\text{пр}}, \text{ мА}$ | 0   |   |   | 8,2—8,4 |   |    |    | 9—9,2 |
| $\varphi, \text{ град.}$    | 360 |   |   | 150     |   |    |    | 165   |

Напряжение полной манипуляции — это напряжение, при котором ширина импульсов приемника на  $15^\circ$  меньше своего максимального значения, оно должно находиться в пределах 7—10 В. График показан на рис. 3.7. Ширина импульсов тока приема должна быть  $160\text{—}165^\circ$  при напряжении манипуляции 100 В.

Регулировку чувствительности манипуляции произвести резистором  $R$  (рис. 3.6).

**Снятие характеристики безынерционного пуска.** Для этого собрать схему проверки в соответствии с рис. 3.8. На клеммы  $X6.1$  и  $X6.2$  подать напряжение постоянного тока от 3 до 6 В и, регулируя его резистором  $R6$  в блоке БС, установить значение 4—4,5 В. Добиться пуска передатчика. Снять напряжение безынерционного пуска с клемм  $X6.1$  и  $X6.2$  и по осциллографу наблюдать задержку ВЧ-сигнала в течении 0,5—1 с.

**Проверка функции останова передатчика.** Произвести пуск передатчика. Затем на клемму  $X5.2$  подать уровень логического «0» с клеммы  $X7.1$ . Измерить на выходе «ЛФ» напряжение ВЧ, которое не должно превышать 10 мВ.

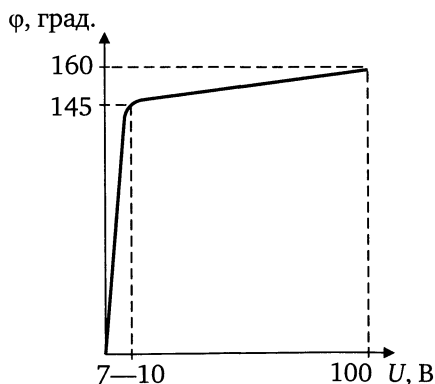


Рис. 3.7

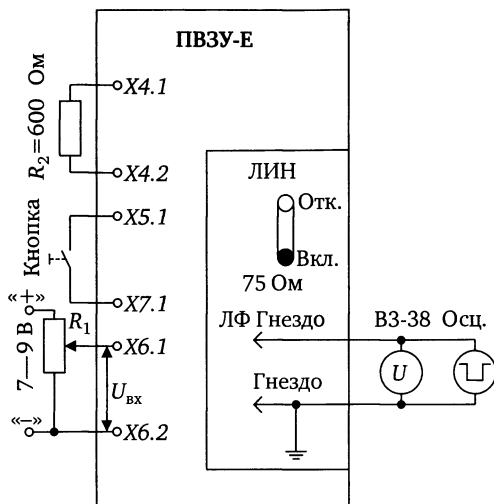


Рис. 3.8

### 3.8. Предварительная проверка двух аппаратов ПВЗУ-Е

Поскольку ВЧ-канал связи организуется при помощи двух постов, расположенных по концам линии, то перед установкой поста и подключением ее к защите, желательно провести проверку их совместной работы. Для этого можно использовать схему испытаний, показанную на рис. 3.9.

В исходном состоянии приемопередатчики нагружены на 75 Ом. Между ними установлен переменный резистор связи сопротивлением 1—2 кОм для имитации затухания. На цепи манипуляции с обеих сторон необходимо подать переменные напряжения в диапазоне 20—40 В и с возможностью изменения угла между ними. В цепи пуска установлены кнопки для аварийной записи ВЧ-импульсов и тока приема.

Эта проверка позволяет оценить правильность настройки всего комплекса, в том числе функции АПК, записи аварийных режимов, работы предупредительной и аварийной сигнализации, работы сервисных функций, а также записи и чтения осциллограмм.

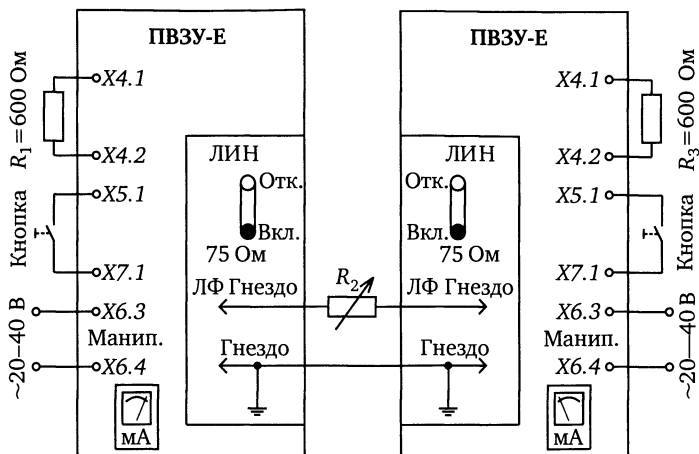


Рис. 3.9

### 3.9. Схемы подключения

Приемопередатчик ПВЗУ-Е может работать со всеми видами устройств ВЧ-защиты высоковольтных линий электропередачи напряжением от 110 до 750 кВ. Это электромеханическая дифференциальная защита ДФЗ-201, полупроводниковые панели

Таблица 3.12. Схема подключения к полупроводниковым защитам

|                                 |       | Тип защиты |         |
|---------------------------------|-------|------------|---------|
|                                 |       | ПДЭ2802    | ПДЭ2003 |
| ПРМ ППЗ                         | X5:4  | A1 XT4:38  | XT:17   |
| Общ. РЗ                         | X7:1  | A1 XT3:27  | XT:16   |
| Пуск ППЗ/РЗ                     | X5:1  | A1 XT4:37  | XT:14   |
| Останов/запрет                  | X5:2  | A1 XT4:36  | XT:20   |
| Запрос пуска (блокируемый пуск) | X5:3  | A1 XT4:33  | XT:15   |
| Выход ПРМ * (контактный выход)  | X8:1  |            |         |
|                                 | X8:2  |            |         |
| Вывод защиты 1                  | X10:3 | SA3:8      | XT:18   |
| Вывод защиты 2                  | X10:4 | A1:23      | XT:19   |
| Сигнал «Неисправность»          | X10:5 | A1:32      | XT:10   |
|                                 | X10:6 | A1:27      | XT:11   |
| Предупредительная сигнализация  | X10:1 |            |         |
|                                 | X10:2 |            |         |

\* Если для работы защиты необходим контактный выход ПРМ, то выход ПРМ ППЗ не используется, а защита подключается к «Вых ПРМ».

ПДЭ2802 и ПДЭ2003, а также современные микропроцессорные защиты как отечественного, так и импортного производства.

Таблица 3.13. Схема подключения к ДФЗ-201

|           |      |  |                              |
|-----------|------|--|------------------------------|
| РЗ изм. 1 | X4:3 |  | Клеммы соединены между собой |
| РЗ изм. 2 | X4:4 |  |                              |
| РЗ Вых.1  | X4:1 |  | Орган сравнения фаз          |
| РЗ Вых.2  | X4:2 |  | Орган сравнения фаз          |
| Манип+    | X6:3 |  | Орган манипуляции            |
| Манип-    | X6:4 |  | Орган манипуляции            |

Таблица 3.14. Схема подключения ПВЗУ-Е к шкафу защит ШЭ2607 031/081

| ШЭ2607 031                 |                |                       |                  | ПВЗУ-Е<br>(с зав. № 261) |           |
|----------------------------|----------------|-----------------------|------------------|--------------------------|-----------|
| Сигнал                     | Цепи терминала | Цепи шкафа            | Цепи блока П1500 | Сигнал                   | Цепь      |
| Контакт АК                 | —              | Адрес 1 +220 В (X187) | —                | Защ. 1                   | X10.3     |
|                            | X2:5           | Адрес 2 (X188)        | —                | Защ. 2                   | X10.4     |
| ВЧ-приемник                | X4:1           | Адрес 3               | «+15В» X2:8      | —                        | —         |
|                            | X4:2           | Адрес 4               | —                | ПРМ ППЗ                  | X5.4      |
| Неисправность ПП           | —              | Адрес 6 +220 В (X187) | —                | Неиспр. 1                | X10.6     |
|                            | X3:3           | Адрес 5               | —                | Неиспр. 2                | X10.5     |
| Пуск ВЧ-передатчика от ПРД | X5:13          | Адрес 7               | «+15В» X2:7      | —                        | —         |
|                            | X5:14          | Адрес 8               | —                | Запрос пуска             | X5.3      |
| Пуск ВЧ передатчика        | X7:11          | Адрес 11              | —                | Пуск ППЗ                 | X5.1      |
|                            | X7:12          | Адрес 12              | «Общ» X2:2       | —                        | —         |
| Блокировка пуска АК        | X7:13          | Адрес 13              | —                | Запрет пуска             | X5.2      |
|                            | X7:14          | Адрес 14              | «Общ» X2:3       | —                        | —         |
| Осциллогр. «Ток УМ»        | —              | Адрес 21 (X54)        | —                | ПРД осц.                 | X9.2      |
|                            | —              | Адрес 22 (X55)        | —                | О.ПРД                    | X9.1      |
| Осциллогр. «Прием ВЧ»      | —              | Адрес 23 (X193)       | —                | ПРМ осц.                 | X9.6      |
|                            | —              | Адрес 24 (X194)       | —                | О.ПРМ                    | X9.5      |
| +АККУМ                     | +ЕС            | Адрес 17 (X58)        | —                | +БАТ                     | X2.1      |
| -АККУМ                     | -ЕС            | Адрес 18 (X61)        | —                | -БАТ                     | X2.4      |
|                            | —              | —                     | «Общ» X2:1       | Общ. РЗ                  | X7.1—X7.4 |

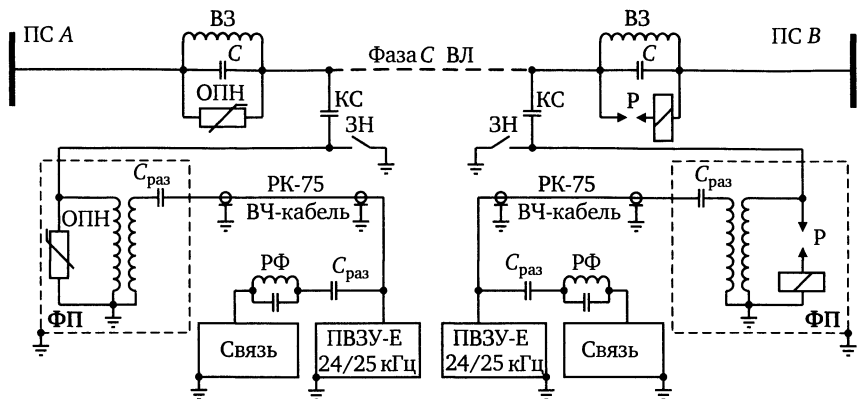


Рис. 3.10

Схемы подключения к этим защитах представлены в табл. 3.12—3.14.

На блоке сопряжения БС приемопередатчика устанавливают переключки 1—4, 2—3, 5—6 и 7—8, 15—16. Переключатели  $JP3$ ,  $JP5$  устанавливают в включенное состояние (положение «ON»). Для подключения стрелочного индикатора на кроссплате разъемов КР2 переключатели  $S1.3$ ,  $S1.4$  устанавливают в положение «ON».

Приемопередатчик ПВЗУ-Е подключается к шкафу питания в соответствии с табл. 3.14.

Примерная схема подключения двух приемопередатчиков по концам линии показана на рис. 3.10.

**Внимание!** При параллельно работающей ВЧ-аппаратуре (связь, ПА), установленной в другом ОПУ, для исключения ложной работы этой аппаратуры от наведенного потенциала между ними устанавливается разделительный конденсатор емкостью 10—30 нФ на рабочее напряжение не ниже 3 кВ.

### 3.10. Комплексная проверка перед включением

После установки и подключения приемопередатчика к защите необходимо провести его комплексную проверку.

Для этого необходимо установить переключатель на лицевой

панели блока ЛФ в положение «75 Ом», установить переключку «Мод»; включить выключатель на лицевой панели блока БП. К выходу громкоговорителя подключить вольтметр, подать сигнал в диапазоне частот от 400 до 600 Гц. На экране осциллографа появится модулированный сигнал; снять переключку «Мод» и выключить питание аппарата.

При необходимости глубина модуляции изменяется с помощью переменного резистора  $R_3$  на плате ПН и переменного резистора  $R_{11}$  на плате МКУ блока ПН (для доступа к ним необходимо подключить блок через ремонтный кабель). Глубину модуляции следует отрегулировать так, чтобы при подаче в микрофон сигнала голосом нормальной громкости отсутствовала так называемая «перемодуляция», т.е. уровень огибающей сигнала на экране осциллографа не достигал нуля.

Перед подключением кабеля к приемопередатчику его проверяют на целостность. Для этого его необходимо прозвонить омметром и испытать его изоляцию мегомметром с напряжением до 2,5 кВ. Кроме того необходимо измерить его общее активное сопротивление, для чего на другом конце центральную жилу кабеля соединяют с экраном.

Определяют выход ПВЗУ-Е к кабелю с помощью переключателя на линию на лицевой панели «ЛФ — линия».

Определяют выходную мощность передатчика на линию. Для этого измеряют напряжение на выходе передатчика, нагруженного на резистор  $R$  (рис. 3.11). Ток измеряется встроенным в пост амперметром.

Далее определяют затухание канала. Для этого запускают ПВЗУ-Е с одной стороны и измеряют выходную мощность:

$$P_{\text{пер}} = U_{\text{вых}} I_{\text{вых}}.$$

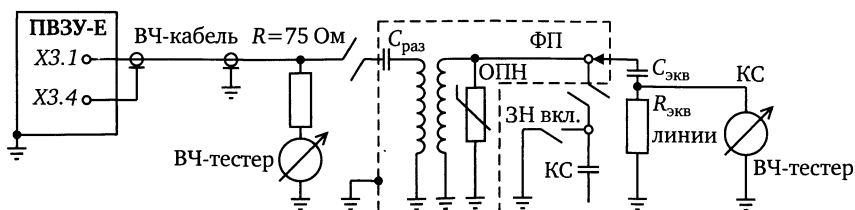


Рис. 3.11

На приемном конце измеряют приходящий сигнал  $U_{\text{пр}}$  на нагрузке 75 Ом. Для этого, у поста на другом конце линии, устанавливают перемычку «ЛФ» в положение 75 Ом. Тогда мощность на прием

$$P_{\text{пр}} = U_{\text{пр}}^2 / 75.$$

Затухание канала рассчитывается по формуле, дБ:

$$A_{\text{кан}} = 10 \lg P_{\text{пер}} / P_{\text{пр}} = 10 \lg U_{\text{вых}} I_{\text{вых}} 75 / U_{\text{пр}}^2.$$

Если уровень наведенного напряжения на входе приемопередатчика более 1 В, то затухание канала можно рассчитать по формуле, дБ:

$$A_{\text{кан}} = 10 \lg U I \cdot 75 / (U_{\text{пр}}^2 - U_{\text{пом}}^2),$$

где  $U_{\text{пр}}$  — напряжение приходящего сигнала;  $U_{\text{пом}}$  — напряжение помехи.

Если напряжение помехи от соседних каналов больше напряжения сигнала, то затухание канала и запас по перекрываемому затуханию измеряется либо за «ЛФ» (гнезда Гн3, Гн4 блока УМ), либо на входе блока (Вых. Гн3, Гн4), дБ:

$$A_{\text{кан}} = 10 \lg U I \cdot 75 / U_{\text{экв}}^2.$$

Измеренное напряжение сравнивается с напряжением, взятым из амплитудной характеристики приемника, при напряжении входа, равном измеренному напряжению.

Запас по перекрываемому затуханию определяется по формуле, дБ:

$$A_{\text{зап}} = 20 \lg U_{\text{пр}} / U_{\text{чув}}.$$

При этом напряжение приема  $U_{\text{пр}}$  может контролироваться в любой точке тракта или на входе приемника. Минимальный запас должен быть не менее 10 дБ. Затем проверяется установка сигнализации запаса по перекрываемому затуханию, которая должна срабатывать при снижении входного сигнала в 2 раза (6 дБ).

В конце проверяется взаимодействие поста с релейной панелью: пуск, останов, безынерционный пуск, манипуляция, фазная характеристика, действие сигнализации при неисправности ВЧ-поста ПВЗУ.

### **3.11. Техническое обслуживание ПВЗУ-Е**

В течении срока гарантии, но не более одного года, с момента включения аппаратуры в работу при обнаружении неисправностей в аппаратуре ПВЗУ-Е они устраняются фирмой «Уралэнергосервис», либо с ее разрешения персоналом эксплуатационной организации.

После первого года эксплуатации производится профилактический контроль в объеме наладки. Обычно время его проведения совмещают со временем проверки защиты.

Последующее техническое обслуживание производится в соответствии с графиком проверки защиты.

## Устройство РЕТОМ-ВЧ/25

### 4.1. Назначение

Программно-технический комплекс РЕТОМ-ВЧм (далее — комплекс) производства ООО «НПП «Динамика» (г. Чебоксары) выпускается с 2002 г. и предназначен для проверок ВЧ-аппаратуры каналов передачи и приёма телекоманд релейной защиты и противоаварийной автоматики и связи, фильтров присоединения, разделительных фильтров, ВЧ-заградителей с элементами настройки и других составных частей ВЧ-тракта. Комплекс заменяет от 10 до 15 обычных приборов и вспомогательных блоков, применяемых при проверке ВЧ-оборудования РЗА, и, соответственно, облегчает транспортировку. Комплекс позволяет проводить автоматический или ручной контроль параметров ВЧ-аппаратуры каналов РЗА, автоматически обрабатывать результаты испытаний и выдавать готовый протокол на печать.

Комплекс состоит из следующих составных частей (рис. 4.1):

- 1) устройство РЕТОМ-ВЧ/25 (далее устройство);
- 2) ВЧ-тестер ВЧТ-25 (далее ВЧТ-25);
- 3) магазин  $RLC$  ВЧР-50М (далее ВЧР-50М);
- 4) магазин затуханий ВЧА-75 (далее ВЧА-75).

Устройство РЕТОМ-ВЧ/25 составляет основу комплекса. Устройство работает под управлением персонального компьютера и подключается к нему через USB-порт и в сочетании с программным обеспечением образует набор высокочастотных и низкочастотных приборов, необходимых и достаточных для выполнения радиотехнических измерений. Фактически это устройство

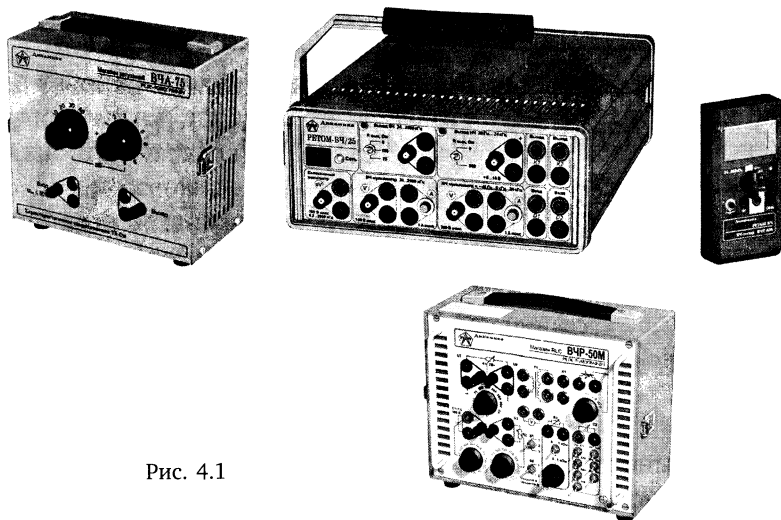


Рис. 4.1

включает в себя восемь приборов, особенность которых заключается в том, что на лицевой панели устройства отсутствуют индикаторы отображения информации. Индикация воспроизводимых (измеренных) значений сигналов производится на дисплее ПК (на виртуальных лицевых панелях). Метрологические характеристики приборов определяются параметрами устройства и не зависят от остальных составных частей комплекса. На рис. 4.2 показан экран управляющего компьютера с виртуальными приборами.

Устройство включает в себя следующие приборы:

- 1) генератор низкочастотных сигналов (НЧ-генератор);
- 2) генератор высокочастотных сигналов (ВЧ-генератор);
- 3) мультиметр низкочастотный (НЧ-мультиметр: амперметр, вольтметр, частотомер);
- 4) мультиметр высокочастотный (ВЧ-мультиметр: амперметр, вольтметр, частотомер);
- 5) вольтметр селективный;
- 6) миллисекундомер;
- 7) регистратор состояния дискретных входов и устройство управления контактными выходами;
- 8) источник постоянного напряжения (в составе НЧ-генератора).

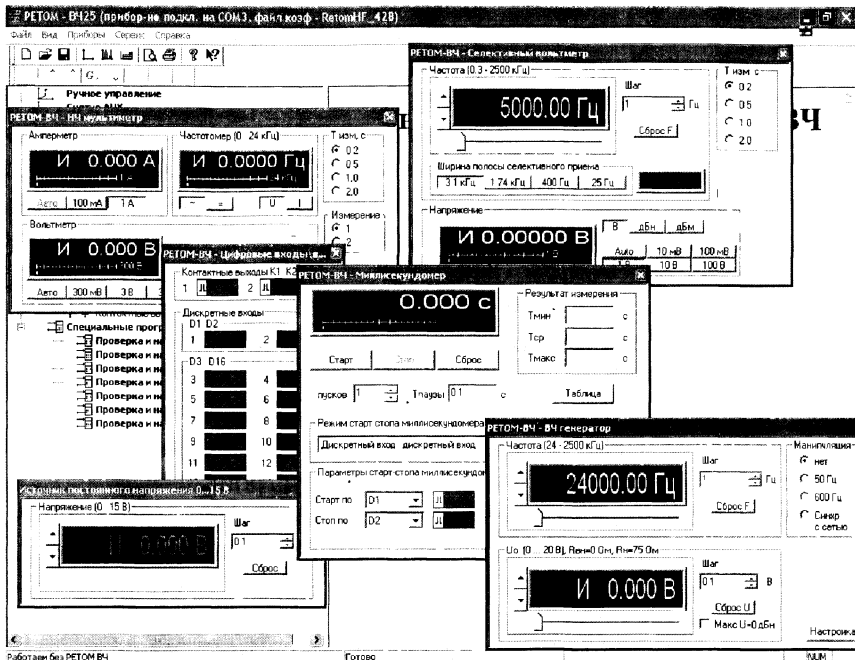


Рис. 4.2

Применение в комплексе самых последних электронных компонентов и методов их сборки позволило создать простой, удобный и малогабаритный прибор, реализующий те же функции, что и комплект обычных приборов, но имеющий высокую степень автоматизации как выполнения работ, так и обработки результатов испытаний. Применение новых методик в проведении проверок дает существенную экономию трудозатрат.

ВЧТ-25 является многопредельным карманным прибором для измерений параметров (напряжения и тока) сигналов с частотой от 24 до 2500 кГц в полевых условиях. ВЧТ-25 питается от четырех NiCd (никель-кадмий) или NiMH (никель-металл-гидрид) аккумуляторов формата AA.

ВЧР-50М представляет собой набор калиброванных резисторов и конденсаторов, выбор номиналов которых производится на лицевой панели при помощи галетных переключателей и тумблеров. Дополнительно в магазине присутствует дифференциальный трансформатор, который можно подключать по общепринятым

схемам, и эквиваленты индуктивности ВЧ-заградителя. Для удобства коммутаций и реализации самых разных схем подключения из всех узлов схемы на лицевую панель в обязательном порядке выведены гнезда (в том числе и коаксиальные).

ВЧА-75 представляет собой набор делителей напряжения и образует аттенюатор с переключаемым коэффициентом ослабления. Характеристические входное и выходное сопротивления магазина составляют 75 Ом при всех положениях переключателей.

Этот комплекс позволяет выполнить проверку и измерение основных параметров и снятие характеристик ВЧ-аппаратуры релейной защиты различных типов (УПЗ-70, АВЗК-80, ПВЗ, ПВЗ-90(М), ПВЗУ-М, ПВЗУ-Е и др.), аппаратуры связи различных типов (например, ТН-12, АВС, АСК), а также устройств противоаварийной автоматики различных типов (например, АНКА-АВПА, АКПА-В, АКАП-В) с возможностью имитации сигналов, приходящих с релейно-контактных и полупроводниковых устройств РЗА:

- 1) проверку напряжений питания плат;
- 2) определение частоты и напряжения несущих частот и сигналов команд;
- 3) проверку характеристики манипуляции;
- 4) балансировку модуляторов;
- 5) проверку амплитудной характеристики передатчика;
- 6) снятие характеристик усилителя-ограничителя;
- 7) измерение выходной мощности передатчика;
- 8) проверку АЧХ фильтров (Ф.Вх, ФВЧ, ФНЧ, Ф.Вых1-Ф.Вых14(24) и др.);
- 9) проверку чувствительности, избирательности и перегрузочной способности приемника;
- 10) снятие АЧХ всего тракта приема, приемника и линейного фильтра;
- 11) измерение входного сопротивления приемника;
- 12) проверку работы дискриминатора;
- 13) проверку системы АРУ;
- 14) определение коэффициентов запаса по напряжению срабатывания порогового устройства фильтров приемника;
- 15) проверку напряжений срабатывания и возврата реле управления передачей команд;

- 16) проверку приоритета при передаче команд;
- 17) проверку длительности посылки команд;
- 18) проверку работы выходных узлов и выходных реле приемника;
- 19) измерение различных времен: задержки безинерционного пуска, задержки «Запрет АПК» (запрет автоконтроля) и т.д.;
- 20) проверку действия сигнализации о неисправности;
- 21) анализ правильной работы автоконтроля;
- 22) наладку ВЧ-канала РЗ (измерение затухания ВЧ-тракта, измерение запаса по перекрываемому затуханию) и т.д.

Кроме того, комплекс позволяет измерить частотные зависимости основных параметров всех элементов ВЧ-тракта:

- разделительного фильтра;
- ВЧ-кабеля;
- фильтра присоединения с конденсатором связи;
- ВЧ-заградителя.

## **4.2. Описание устройства РЕТОМ-ВЧ/25**

В общем виде принципы работы комплекса и функции составных частей можно уяснить из рис. 4.3.

Важной положительной особенностью устройства является то, что все входы и выходы отдельных генераторов и измерителей гальванически разделены. У них нет общей «земли», что означает свободу соединений на лицевой панели устройства РЕТОМ-ВЧ/25, повышает безопасность работ с прибором и способствует живучести комплекса. На лицевой панели РЕТОМ-ВЧ/25 гальванически развязанные элементы выделены в виде цветных рамок (рис. 4.4).

## **4.3. Дискретные сигналы**

Входы дискретных сигналов для простоты и удобства разбиты на две группы. Первая группа — два изолированных входа *D1*, *D2* — выведена на переднюю панель устройства РЕТОМ-ВЧ/25. Входы *D1*, *D2* изолированы как один от другого, так и от всей

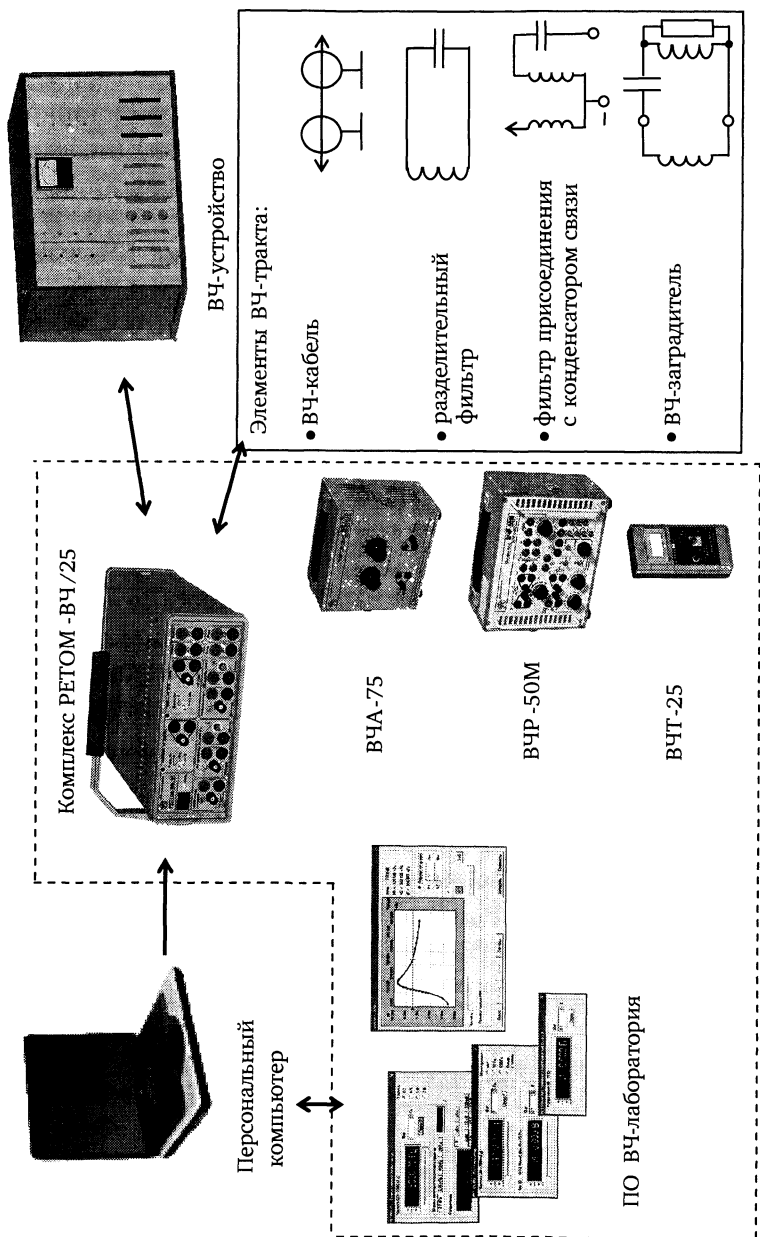


Рис. 4.3

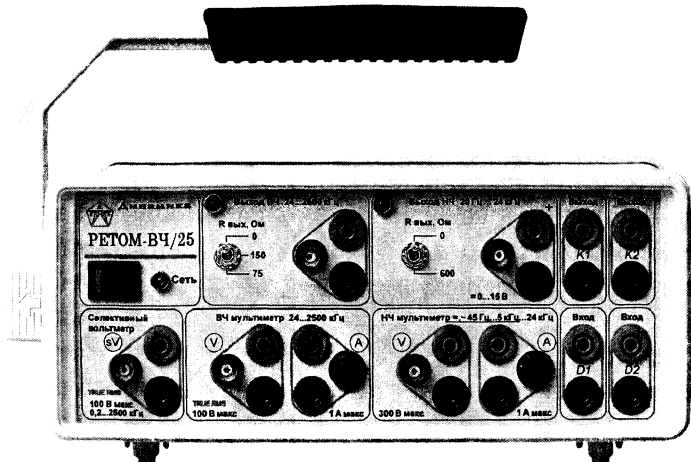


Рис. 4.4

остальной электроники. Другая группа — 14 дискретных входов, гальванически связанных между собой (но не связанных ни с чем другим!), — выведена на 19-контактный разъем типа ШР, находящийся на задней стенке устройства РЕТОМ-ВЧ/25. Все входы реагируют на сигналы типа «сухой контакт», контакт под напряжением (до 300 В постоянного тока с полярностью «+» относительно общего контакта, однако обратная полярность не допускается) и логические сигналы с уровнями TTL/CMOS ( $D1$ ,  $D2$  от 3 В, а остальные от 8 В)

Упрощенная схема изолированных входов  $D1$  и  $D2$  приведена на рис. 4.5, а остальных — на рис. 4.6. Испытательное напряжение изоляции между гнездами  $D1$  и  $D2$  составляет 1000 В, а у  $D3$ — $D16$  только 500 В.

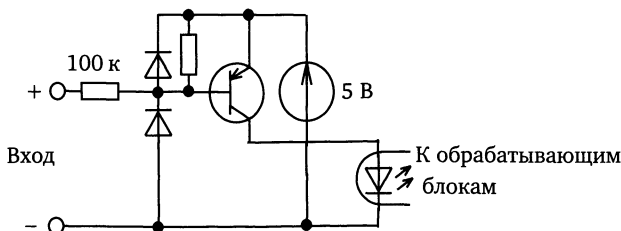


Рис. 4.5

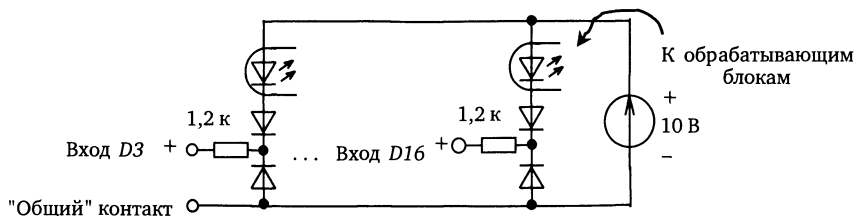


Рис. 4.6

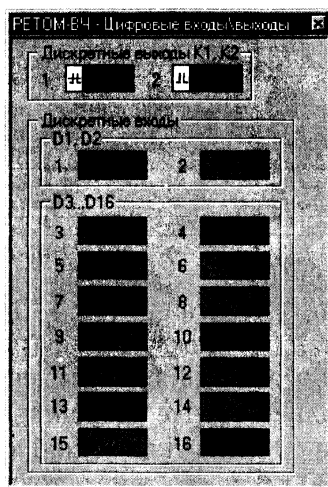


Рис. 4.7

Два управляемых контакта  $K1$  и  $K2$  выведены на гнезда в правом верхнем углу на лицевой панели РЕТОМ-ВЧ/25. В качестве  $K1$  и  $K2$  использованы реле с максимальным током коммутации 5 А при 30 В (3 А при 250 В) переменного тока. Для постоянного тока эти значения уменьшаются в 2—3 раза.

Состояние контактных входов и выходов отображается на виртуальной лицевой панели (рис. 4.7). Если окошко окрашено в красный цвет, то соответствующий контакт замкнут. Если же окошко имеет зеленую заливку, то соответствующий контакт разомкнут. Для управления состоянием выходного контакта необходимо щелкнуть по соответствующей кнопке.

## 4.4. Секундомер

Для анализа изменения состояния дискретных входов в программе имеется виртуальный секундомер.

Миллисекундомер не имеет своих присоединительных клемм. Для старта и стопа он использует сигналы измерительных каналов и клеммы дискретных входов и выходов. Выбор сигналов пуска и останова производится оператором на виртуальной лицевой панели секундомера (рис. 4.8).

Функция «Старт» выбирается по номеру дискретного входа, изменение состояния которого задает старт миллисекундомеру. Виртуальный секундомер может стартовать по любому изменению состояния логического сигнала на дискретном входе — как из «0» в «1», так и обратно. Для выбора стартового входа следует щелкнуть сначала по данному полю, а затем по обозначению входа, например *D2*, на выпавшем меню. После такой настройки, секундомер будет запускаться изменением реального сигнала на входе *D2*. Присоединительные клеммы входа *D2* находятся на передней панели устройства РЕТОМ-ВЧ/25.

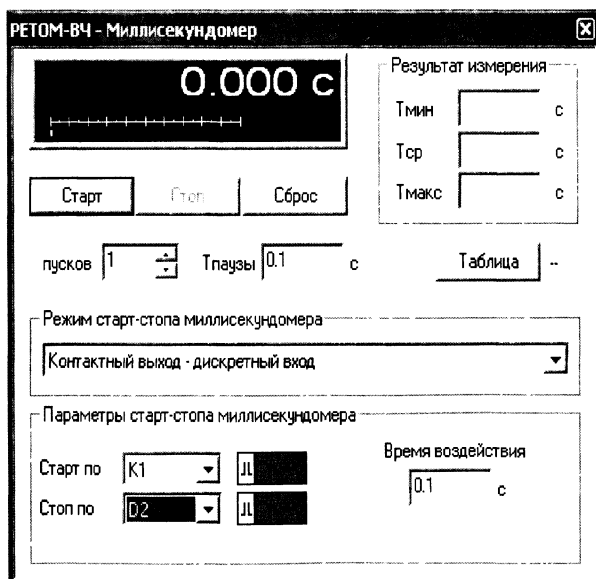


Рис. 4.8

Функция «Стоп» позволяет выбрать дискретный вход, изменение состояния которого останавливает счет времени. Останов миллисекундомера, как и в предыдущем случае, может происходить при любом изменении состояния логического сигнала на дискретном входе — как из «0» в «1», так и обратно. Для выбора стоп-входа следует щелкнуть сначала по данному полю, а затем по обозначению входа, который задействуется, например  $D3$ , на выпавшем меню. Тогда виртуальный секундомер будет останавливаться по изменениям реального сигнала на входе  $D3$ .

Поле выбора «Режим старт-стопа миллисекундомера» служит для выбора воздействий, которые вызывают запуск и останов виртуального миллисекундомера.

Поле «Пусков» служит для ввода количества испытаний « $N$ » (с фиксацией времени для каждого  $i$ -го испытания) в выбранной конфигурации старт-стопа.

Поле « $T_{\text{паузы}}$ » служит для ввода длительности времени между испытаниями, в течении которого нет воздействия и не контролируются дискретные входные и выходные контакты.

Кнопка «Старт» служит для ручного старта испытаний. Нажатие на указанную кнопку инициирует прохождение « $N$ » опытов и соответственно « $N$ » измерений миллисекундомера, которые записываются в таблицу.

Кнопка «Стоп» служит для ручного останова испытаний (щелчок по этой кнопке прекращает процесс испытаний из запланированной серии « $N$ »).

Кнопка «Сброс» служит для ручного сброса показаний миллисекундомера.

Кнопка «Таблица» служит для просмотра протокола результатов измерений.

«Монитор результатов испытаний» находится в правом верхнем углу виртуальной лицевой панели миллисекундомера. На монитор выводятся минимальное, максимальное и среднее время —  $T_{\text{мин}}$ ,  $T_{\text{макс}}$  и  $T_{\text{ср}}$ , из измеренных в ходе серии испытаний.

## 4.5. Мультиметры

Входы НЧ/ВЧ-мультиметров и селективного вольтметра выполнены в виде коаксиальных BNC-разъемов, которые для удобства продублированы четырехмиллиметровыми гнездами.

Токовые входы мультиметров защищены быстродействующими термопрерывателями. Прерыватели включены последовательно с токовую цепь, а кнопки «взвода» этих защитных элементов находятся на лицевой панели РЕТОМ-ВЧ/25 в непосредственной близости от токовых входов НЧ- и ВЧ-мультиметров.

Для удобства работы с ВЧ-мультиметром на экране компьютера отображается виртуальная панель этого прибора (рис. 4.9).

На этой панели отображаются параметры реальных сигналов, которые присутствуют на гнездах поля ВЧ-мультиметра. Он имеет три измерительных прибора — амперметр, вольтметр и частотомер. Эти приборы работают с регламентируемой точностью для синусоидальных сигналов в диапазоне частот от 24 до 2500 кГц. Для удобства оператора кроме цифровой индикации под каждой цифровой шкалой присутствует аналоговый индикатор уровня, который повторяет показания цифровой шкалы, но в виде стрелочного измерительного прибора.

На виртуальной панели ВЧ-мультиметра имеются кнопки переключения пределов измерения. Для того чтобы переключить предел измерения надо щелкнуть мышью по желаемой кнопке.

Амперметр снабжен переключателем предела измерения 100 мА—1 А. Вольтметр в дополнение к переключателю преде-

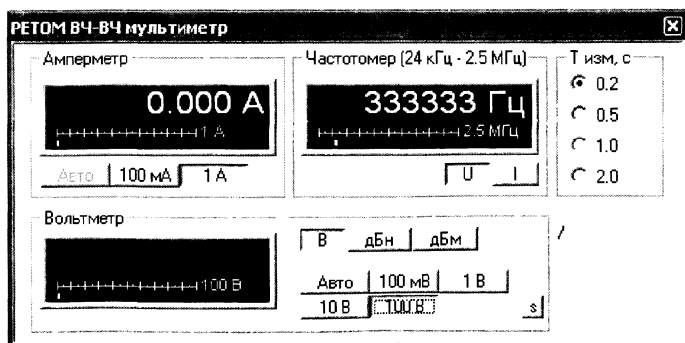


Рис. 4.9

лов измерения имеет еще и кнопку автоматического выбора предела «Авто» и переключатель единиц измерения. Как видно из рис. 4.9, вольтметр может отображать входное напряжение в: В, дБн, и дБм.

По умолчанию время измерения « $T_{изм}$ » мультиметра установлено 0,2 с. Это самый быстрый темп измерений и обновления показаний на цифровых табло вольтметра, амперметра и частотомера. В некоторых редких случаях, когда сами сигналы нестационарные или когда помехи вызывают нестабильные показания, целесообразно выбрать другое время — 0,5; 1,0 или 2,0 с. Общим эффектом от увеличения  $T_{изм}$  является уменьшение скачков показаний (вокруг среднего), правда, за счет затрат времени оператора.

НЧ-мультиметр тоже имеет виртуальную панель управления и она в основном похожа на панель ВЧ-мультиметра, но имеет несколько дополнительных элементов (рис. 4.10).

Это, во-первых, кнопки выбора режима работы на переменном или на постоянном токе. Во-вторых, поле «Измерение» позволяет выбрать положение 1 или 2. Если выбрать 1, щелкнув по нему мышью, то измерения будут производиться во всем диапазоне частот от 45 Гц до 24 кГц, если же 2 — от 0 до 1 кГц. И в-третьих, поле «Фильтр» предназначено для подключения фильтра для отстройки от помех при работе на низкой частоте. Для его включения необходимо щелкнуть мышью напротив опционного окошечка «Вкл».

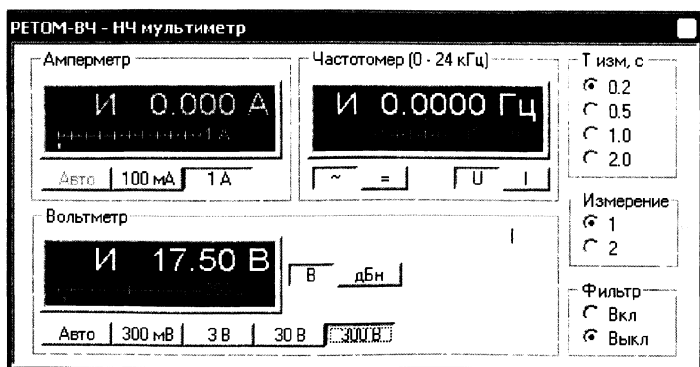


Рис. 4.10

## 4.6. ВЧ-генератор

Упрощенная схема выхода ВЧ-генератора показана на рис. 4.11. Его особенностью является возможность переключать выходное сопротивление (0, 75 и 150 Ом) генератора при помощи трехпозиционного тумблера. Допустимая мощность рассеивания для каждого из резистора  $R1$  и  $R2$  при температуре окружающей среды 40 °С составляет примерно 17 Вт. Действительная мощность, выделяемая на резисторах, не превышает этого значения при всех вариантах выбора  $R_{\text{вых}}$ .

ВЧ-генератор имеет два варианта работы: одночастотный и двухчастотный. В первом случае это работает только один генератор, а во втором случае — два генератора попеременно (каждый работает один период), выдавая свои сигналы на выход. Панель управления показана на рис. 4.12.

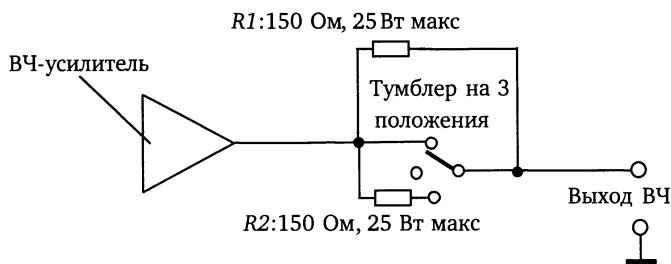


Рис. 4.11

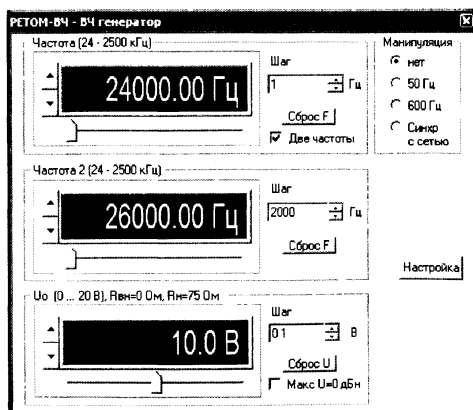


Рис. 4.12

На панели имеются средства управления действующим значением выходного напряжения, уровнем сигнала (дБн или дБм). Генератор имеет возможность выдачи, как одно- так и двухчастотного сигнала. Одно- или двухчастотный режим выбирается активизацией режима «Две частоты». По умолчанию ВЧ-генератор является одночастотным, а при активизации двухчастотного режима виртуальная лицевая панель ВЧ-генератора наделяется необходимым табло. Выходные напряжения обоих сигналов в двухчастотном режиме одинаковы.

Для правильного отображения значения выходного параметра, оператор должен выбрать внутренне сопротивление генератора в соответствии с положением тумблера на лицевой панели прибора. Для этого надо нажать на кнопку «Настройка», после чего откроется окно настройки (рис. 4.13).

В технике ВЧ-связи принято отображать уровень, измеренный на согласованную нагрузку, уменьшенной на 6 дБ ЭДС. При выборе «0 Ом» — уровень отображения выдаваемого сигнала соответствует уровню ЭДС генератора, а при другом выборе внутреннего сопротивления — уровень отображения выдаваемого сигнала будет меньше ЭДС на 6 дБ. Там же необходимо выбрать выводимое значение.

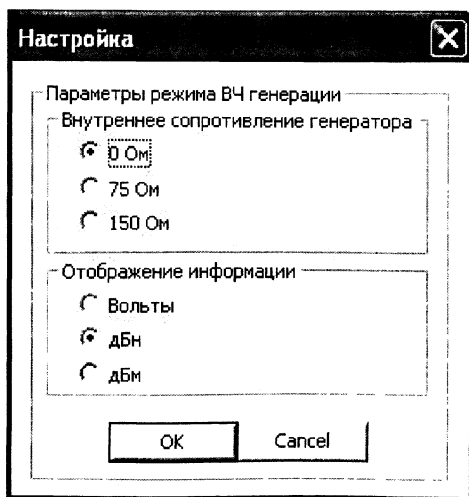


Рис. 4.13

Если выбрать окошко «В», то на цифровом табло будет отображаться

$$U_1 = R_H U_0 / (R_{\text{вых}} + R_H),$$

где  $U_0$  — ЭДС генератора;  $U_1$  — напряжение на выходных клеммах генератора.

Если выбрать окошко «дБн», то будет отображается

$$p_1 = 20 \lg(U_1 / 0,775).$$

Если выбрать «дБм», то отображается:

$$p_2 = p_1 + 10 \lg(600 / R_H).$$

Для установки требуемого напряжения или частоты можно ввести это число в «активное» цифровое табло с клавиатуры или установить требуемую частоту грубо. Для этого надо использовать ползунок под табло и потом уточнить это значение, используя кнопки вверх или вниз, находящиеся слева от табло. Не забудьте изменить величину шага.

В ВЧ-генераторе имеется возможность создать манипулированный синусоидальный сигнал. Для этого на виртуальной лицевой панели предусмотрено четыре варианта манипуляции: нет, 50 Гц, 600 Гц и синхронизация с сетью. По умолчанию генератор всегда выдает неманипулированный сигнал (положение — «нет»). Вариант «50 Гц» приводит к манипуляции выходного напряжения генератора частотой 50 Гц, т.е. равными (по 10 мс) длительностями ВЧ-пакетов и пауз. Вариант «Синхр. с сетью» работает также, но система синхронизирована с сетью, т.е. ВЧ-пакеты и паузы выдаются синхронно положительной и отрицательной полуволнам напряжения сети. Используется питающее прибор напряжение. Вариант «600 Гц», те же ВЧ-пакеты, но длительностью по 0,83 мс.

## 4.7. НЧ-генератор

Выходы НЧ-генератора используются в трех режимах:

- прецизионного НЧ-генератора полосой 20—24000 Гц с выходным напряжением от 0 до 5 В и током до 200 мА;

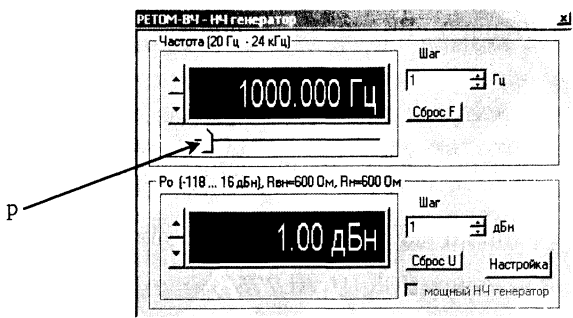


Рис. 4.14

- мощного НЧ-генератора 50 Гц с выходным током до 2 А (при 5 В). В данном режиме к выходу можно подключить повышающий трансформаторно-выпрямительный блок ВЧП-10 и организовать, таким образом, регулируемый источник постоянного напряжения от 0 до 250 В или электронный ЛАТР с выходным напряжением от 0 до 120 В, частотой 50 Гц и мощностью до 10 В·А;

- источника постоянного напряжения от 0 до 15 В и тока до 300 мА.

Виртуальная лицевая панель НЧ-генератора позволяет использовать его только в первых двух режимах (рис. 4.14). Для третьего режима используется свой виртуальный прибор.

На этой панели имеются органы управления выходным напряжением, уровнем (дБн или дБм) и частотой. Параметры генератора отображаются на двух цифровых табло.

Первый режим «Прецизионный НЧ-генератор» действует по умолчанию. Второй режим «Мощный НЧ-генератор» включается, если поставить галочку в поле «Мощный НЧ-генератор». Вид отображения параметров НЧ-генератора можно выбрать, нажав кнопку «Настройка». При этом откроется окно настройки (рис. 4.15).

Во-первых, в окне «Настройка» задается внутреннее сопротивление генератора, при этом значения  $R_{\text{вых}} = 0$  и 600 Ом, устанавливаются тумблером на передней панели устройства РЕТОМ-ВЧ/25, но если оператор намерен использовать другое значение  $R_{\text{вых}}$ , необходимо присоединить этот резистор внешним образом и заполнить нижнюю строку в поле «Внутреннее сопротивление

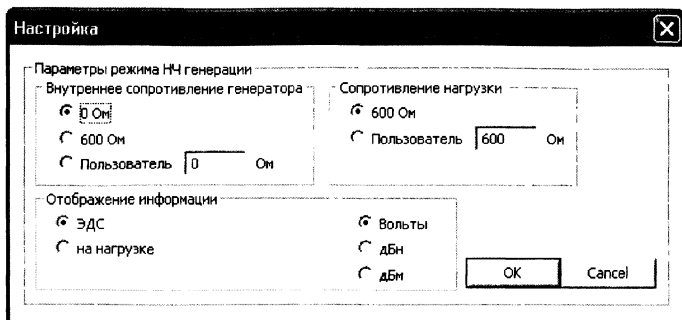


Рис. 4.15



Рис. 4.16

генератора». Во-вторых, задаются сопротивления нагрузки. И в-третьих, задается отображение информации.

Управление аналогично управлению ВЧ-генератора.

Виртуальная панель «Источника постоянного напряжения», показанная на рис. 4.16, выполнена отдельно от генератора не случайно. Это означает, что одновременно эти режимы работать не могут. Рабочее поле прибора «Источник постоянного напряжения» при вызове имеет «потухшее» цифровое табло, это означает, что он выключен (напряжение между клеммами 0—15 В на передней панели равно нулю).

Для того чтобы включить источник, достаточно дважды «щелкнуть» по цифровому табло виртуальной лицевой панели источника. Цифры на табло при этом «загораются», а на гнездах появляется напряжение, значение которого соответствует показаниям цифрового табло. Выключение производится аналогично, двойным щелчком по цифровому табло.

## 4.8. Селективный вольтметр

Виртуальная панель селективного вольтметра показана на рис. 4.17.

На верхнем цифровом табло отображается частота настройки селективного вольтметра, а на нижнем — сигнал установленной частоты, который присутствуют на гнездах селективного вольтметра. Если сигнал находится в диапазоне от 0,1 до 100% полной шкалы, то цифры на табло вольтметра окрашены в зеленый цвет, т.е. показания достоверны. Если цифры меняют свой цвет на красный и на табло появляется красный символ «И», указывающий на переход измерителя в индикаторный режим, то точность уже не регламентируется и необходим переход на другой предел.

На панели имеются:

- переключатель «Ширина полосы селективного приема» — 3,1 кГц, 1,74 кГц, 400 Гц, 25 Гц;

- переключатель единиц измерения — В, дБн, дБм;

- переключатель пределов измерения — «Auto», 10 мВ—100 В.

Авторежим работает следующим образом: если уровень сигнала превышает 130% предела, то появляется надпись «перегрузка» и прибор переключается на следующий предел. При уровне сигнала меньше 10% предела, происходит переключение на более низкий предел.



Рис. 4.17

- включение входного фильтра — «Префильтр», при этом динамический диапазон увеличивается до –80 дБ, но диапазон частот уменьшается до 24—630 кГц;

- установка времени измерения —  $T_{\text{изм}}$  — 0,2; 0,5; 1,0; 2,0 с;
- дополнительное окно — широкополосный измеритель, в котором отображается полный входной сигнал.

Селективный вольтметр может отображать значение входного напряжения в следующих единицах, применяющихся при измерениях: В, дБн и дБм.

Если нажать на «В», то на цифровом табло будет показано напряжение в вольтах.

Если нажать на «дБн», то будет показан абсолютный уровень входного сигнала по напряжению, который определяется по формуле, дБн:

$$p_{\text{вх}} = 20 \lg(U_{\text{вх}}/U_{\text{баз600}}),$$

где  $U_{\text{вх}}$  — напряжение сигнала на входе селективного вольтметра, В;  $U_{\text{баз600}} = 0,7746$  В — базисное напряжение, соответствующее абсолютному уровню 0 дБн и мощности 1 мВт, выделяемой на сопротивлении 600 Ом.

Если нажать на «дБм», то будет показан абсолютный уровень сигнала по мощности, в предположении, что эта мощность выделяется на сопротивлении  $R_{\text{н}} = 75$  Ом. Этот уровень определяется по формуле, дБм:

$$p_{\text{вх}} = 20 \lg(U_{\text{вх}}/U_{\text{баз}R_{\text{н}}}),$$

где  $U_{\text{вх}}$  — напряжение сигнала на входе селективного вольтметра, В;  $U_{\text{баз}R_{\text{н}}} = 0,274$  В — базисное напряжение, соответствующее мощности 1 мВт, выделяемой на сопротивлении 75 Ом.

## Специальная программа проверки ВЧ-поста ПВЗУ-Е

Она предназначена для проверки в полуавтоматическом и автоматическом режимах всех основных блоков (ЛФ, УМ, ПН, БП, БС, Ген. 1, Ген. 2, ПРМ) приёмопередатчика. Программа позволяет автоматически получать протокол проведенных испытаний и вести архив всех протоколов и параметров испытаний.

### 5.1. Запуск программы

Запустите программу управления устройством РЕТОМ-ВЧ и выберите пункт «Специальные программы», найдите и запустите программу «Проверка и настройка ПВЗУ-Е». На экране появится главное окно программы (рис. 5.1).

В верхней части экрана расположено главное меню с опциями: «Файл» и «Помощь». Ниже расположена строка кнопок с пиктограммами — иконками. В левой части окна разворачивается «дерево» работ, где перечислены основные пункты проверки.

### 5.2. Формирование библиотеки испытаний

Для правильной организации работы с программой необходимо вначале сформировать место для библиотеки результатов проверок и протоколов. Для этого в одном из корневых дисков компьютера необходимо создать каталог с соответствующим названием, например, «Протоколы», а в нём — подкаталог — «ПВЗУ-Е». Все перечисленное делается при помощи «Проводника» (рис. 5.2).

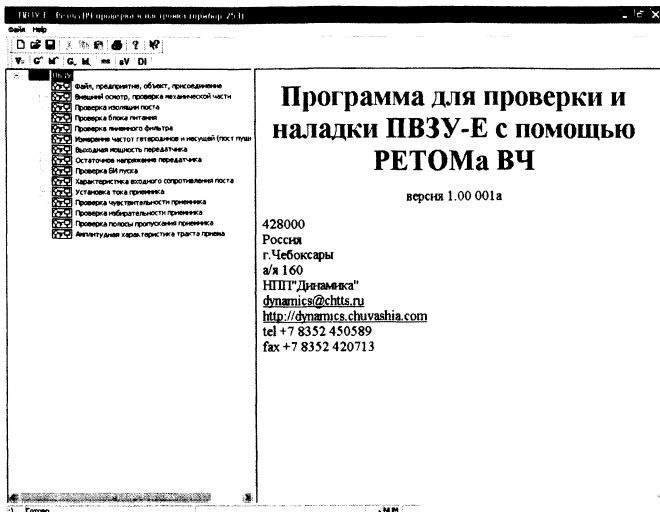


Рис. 5.1

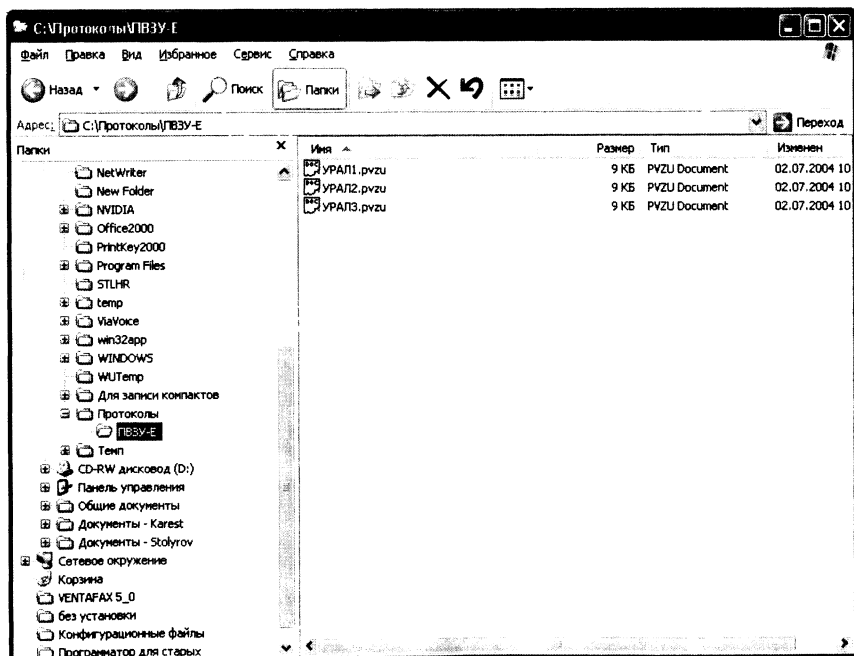


Рис. 5.2

### 5.3. Ввод параметров и условий эксплуатации приёмопередатчика

Результаты проверки необходимо сохранить в файле протокола, его имя желательно задать соответственно объекту проверки, например: УРАЛ1, УРАЛ2, УРАЛ3 и т.п. Для сохранения файла протокола выберите пункт меню «Файл», опцию «Сохранить как», укажите путь, например, С:/Протоколы/ПВЗУ-Е/ и задайте его имя (рис. 5.3).

Для того, чтобы выбрать и загрузить в программу необходимый файл из ряда файлов протоколов, выберите пункт меню «Файл» и далее — «Открыть» (рис. 5.4).

Для задания параметров протокола выберите пункт «Файл», далее «Предприятие, объект, присоединение». На экране отобразится окно ввода данных (рис. 5.5), заполните его, нажмите «ОК» и сохраните файл, последовательно выбрав пункты меню «Файл», и «Сохранить», либо нажав пиктограмму с изображением дискеты.

Перед началом проведения проверок необходимо выполнить внешний осмотр и ввести соответствующие параметры. Для этого выберите пункт «Внешний осмотр, проверка механической части», откроется окно (рис. 5.6), введите данные, нажмите «ОК» и сохраните файл.

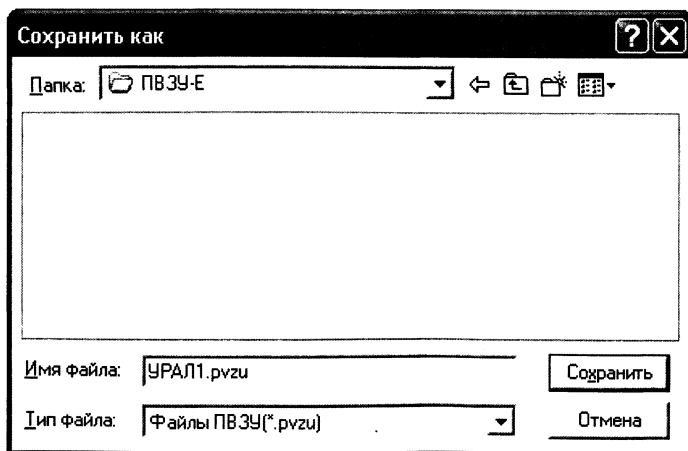


Рис. 5.3

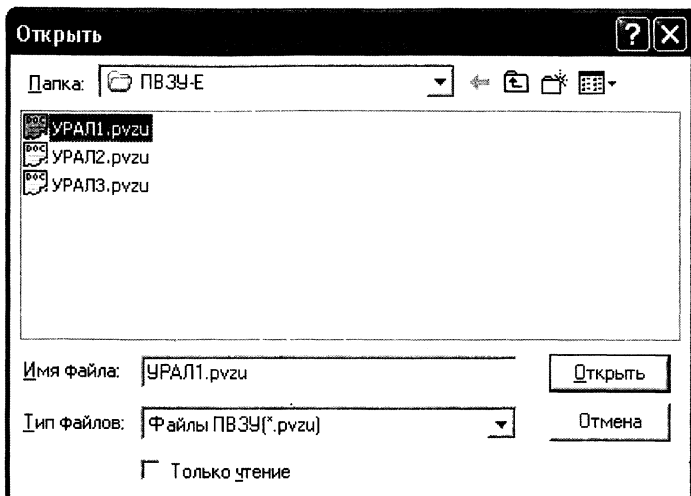


Рис. 5.4

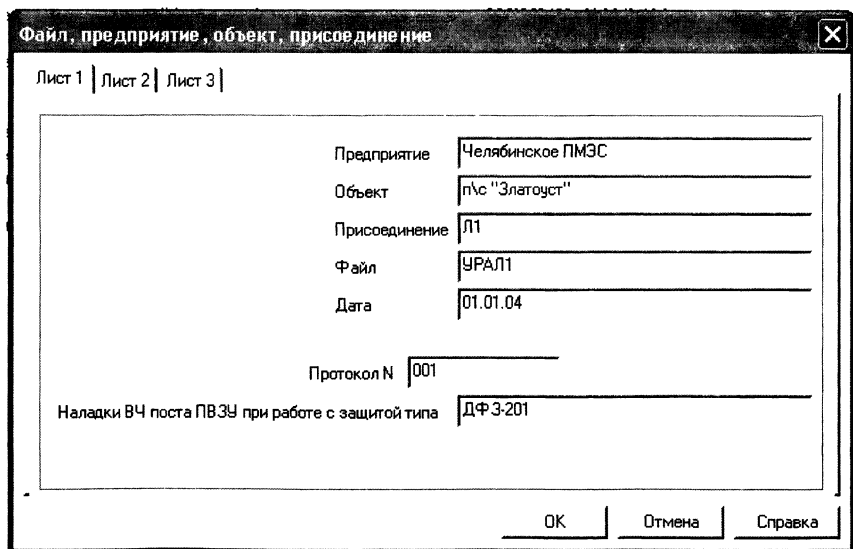


Рис. 5.5

Внешний осмотр, проверка механической ча... X

ПРЦ, ГЕН 1, ... |

| Блок  | Перемиčky         |
|-------|-------------------|
| ПРЦ   |                   |
| ГЕН 1 |                   |
| ГЕН 2 |                   |
| ПРМ   | установлено 10 дБ |
| ВЫХ   |                   |
| УМ    | 9-14              |
| ЛФ    |                   |
| БП    | П7-П8             |
| БС    | П14-П15, П16-П18  |

2.2. Состояние механической части

поса ПВЗУ-Е в норме да

OK Отмена Справка

Рис. 5.6

## 5.4. Проверка изоляции приёмопередатчика

В начале проведите контроль изоляции входов. Проверка производится при помощи мегаомметра с рабочим напряжением 1000 В.

Соберите схему проверки. Для этого соедините между собой выводы 1, 2, 3, 4 разъема X24 и вывода 1, 2, 2, 4, 5, 8 разъема X26. Проверьте сопротивление относительно корпуса устройства.

Выберите пункт «Проверка изоляции поста» (рис. 5.7) и введите измеренное значение сопротивления изоляции, нажмите «OK» и сохраните файл.

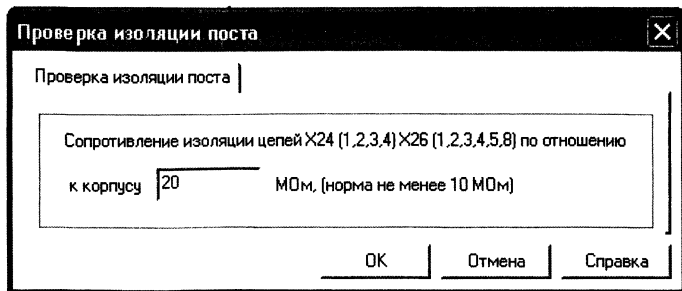


Рис. 5.7

## 5.5. Проверка блока питания

Далее проверьте работу блока питания (БП). Необходимо измерить все уровни напряжений, выдаваемые БП при рабочей нагрузке и разных напряжениях питания — номинальном (220 В) пониженном (176 В) и повышенном (242 В).

Выберите пункт «Проверка блока питания» в правой части экрана (протокольной), появится табличка (табл. 5.1). Вначале она не заполнена.

Таблица 5.1

4. Проверка блока питания

| Положение переключателя | Показания НЧ-мультиметра, В |     |                  |     | Норма, В    |
|-------------------------|-----------------------------|-----|------------------|-----|-------------|
|                         | 176                         | 220 | $U_{\text{бат}}$ | 224 |             |
| +5                      |                             |     |                  |     | +4,85÷+5,15 |
| +12                     |                             |     |                  |     | +11,4÷+12,6 |
| -12                     |                             |     |                  |     | -11,4÷-12,6 |
| +24                     |                             |     |                  |     | +23÷+25     |

Откроется окно «Проверка блока питания» (рис 5.8). Оно имеет две закладки. На первой — схема соединения, а на второй проводятся сами измерения. Соберите схему. Для этого подсоедините к обоим мультиметрам измерительные кабели и переключитесь на вторую закладку (рис. 5.9).

Для проведения измерений выходных напряжений БП нажмите кнопку «Старт» и выполните последовательность действий, которую предписывает программа: подключите НЧ-мультиметр

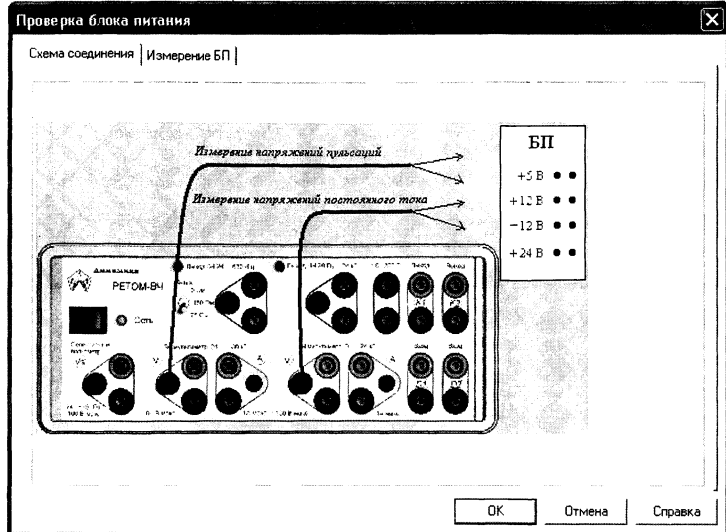


Рис. 5.8

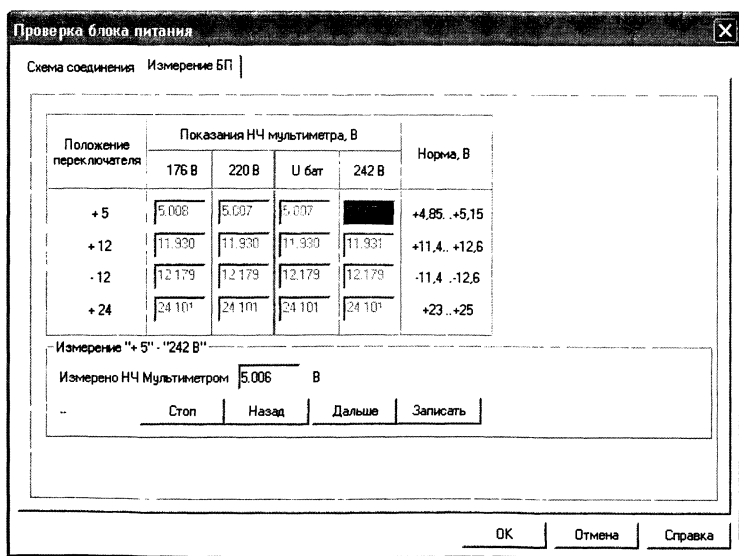


Рис. 5.9

к измерительному гнезду поста ПВЗУ-Е, которое будет показано на схеме экрана синим цветом. Результат измерения напряжения отобразится в таблице «Показания НЧ-мультиметра». Если значения напряжения находятся в допустимых пределах, нажмите кнопки «Записать» и «Далее». Переходите к следующему измерению. Для того чтобы пропустить данную точку, нажмите «Дальше». Для возврата к предыдущему шагу — «Назад», а чтобы остановить измерения — «Стоп».

Для данной проверки понадобится внешний блок оперативного питания, который в комплект системы не входит, можно использовать любое подходящее устройство, позволяющее изменить номинал напряжения постоянного тока, например: 176, 220, 242 В. В таблице присутствует ячейка для ввода реального напряжения постоянного тока, при котором проводится проверка.

Не забудьте контролировать питающее напряжение, чтобы его значение не превысило 250 В, иначе можно вывести из строя БП устройства.

По окончании работы нажмите «ОК», в протокольной части экрана появится заполненная таблица (табл. 5.2). Сохраните результаты в файл. Если все нормально, то переходите к следующей проверке.

Таблица 5.2

#### 4. Проверка блока питания

| Положение переключателя | Показания НЧ-мультиметра, В |        |                  |         | Норма, В    |
|-------------------------|-----------------------------|--------|------------------|---------|-------------|
|                         | 176                         | 220    | $U_{\text{бат}}$ | 224     |             |
| +5                      | 4,669                       | 4,669  | 4,669            | 4,669   | +4,85÷+5,15 |
| +12                     | 11,438                      | 11,439 | 11,439           | 11,439  | +11,4÷+12,6 |
| -12                     | 11,686                      | 11,686 | 11,687           | 11,687  | -11,4÷-12,6 |
| +24                     | 23,408                      | 23,408 | 23,408           | 233,409 | +23÷+25     |

### 5.6. Проверка линейного фильтра со стороны линии передачи

Для проведения испытаний выберите пункт «Проверка линейного фильтра» (рис. 5.10), соберите схему проверки, предложенную на закладке «Схема соединения».

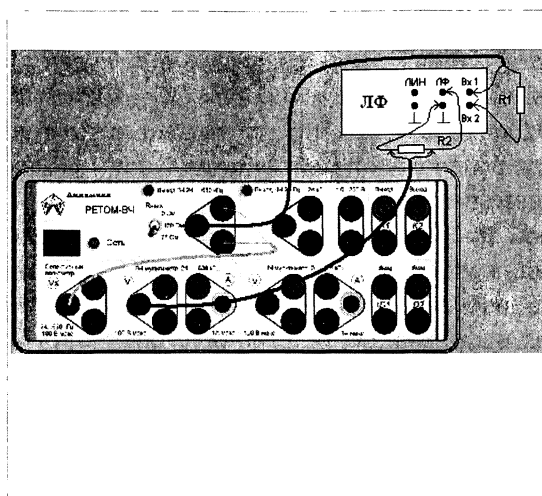


Рис. 5.10

Для проверки необходимо вынуть блок линейного фильтра из разъема кроссплаты. Переключатель ЛИН/75 линейного фильтра установить в положение «ЛИН». Тумблер  $R_{\text{ВЫХ}}$  ВЧ-генератора установить в положение «0 Ом».

Перейдите на закладку «Измерение ЛФ» (рис. 5.11), введите частоту настройки и нажмите «Старт».

Программа снимет частотную характеристику рабочего затухания, определит полосу пропускания, граничные частоты, рассчитает среднегеометрическую частоту настройки. По окончании работы нажмите кнопку «ОК». В окне протокола заполнится таблица результатов (табл. 5.3). Сохраните результаты в файл.

Таблица 5.3

### 5. Полоса пропускания (АЧХ линейного фильтра)

| Диапазон частот, кГц | $f_{\text{Н}}$ , кГц | $F_{\text{пер}}$ , кГц | $F_{\text{оср}}$ , кГц | $f_{\text{В}}$ , кГц | $f$ (полоса), кГц | Норма, кГц |
|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|----------------------|-------------------|------------|
| 401,1—600,0          | 387,317              | 400,5                  | 400,804                | 414,804              | 27,444            | 22,0—28,0  |

Рабочее затухание на частоте передачи равно 1,350 (норма не более 2).

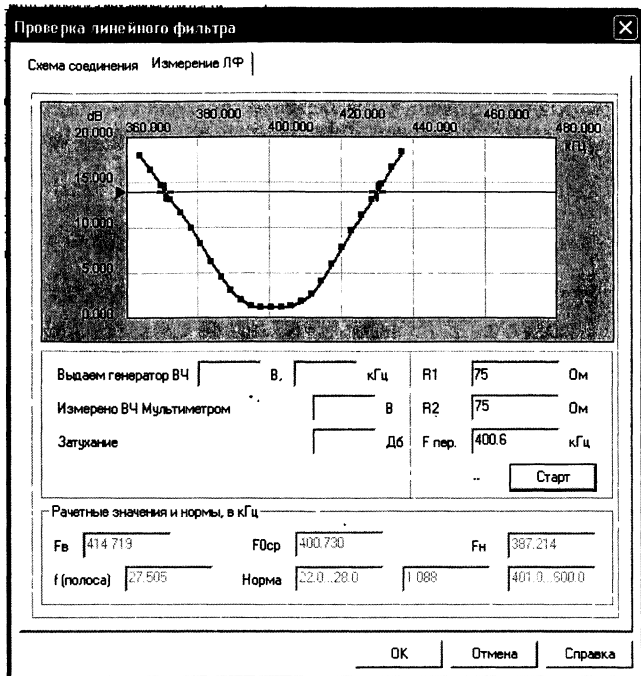


Рис. 5.11

## 5.7. Измерение частот гетеродинов и несущей

Выберите пункт «Измерение частот гетеродинов и несущей» (рис. 5.12).

Измерение частот несущей и гетеродинов проводятся при помощи ВЧ-мультиметра в режиме измерения частоты по предложенной схеме.

Для начала измерений нажмите «Старт» (рис. 5.13), и поочередно подключаясь к измерительному гнезду, которое выделено на схеме экрана синим цветом, проведите все измерения. Если результаты измерения не выходят за рамки допустимых значений, то сохраните их.

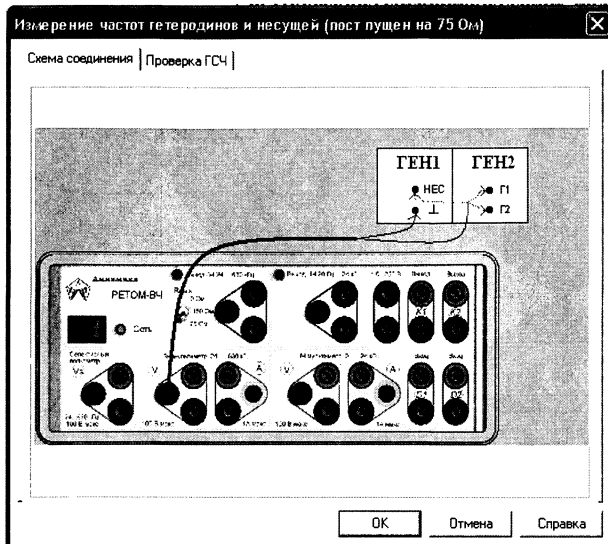


Рис. 5.12

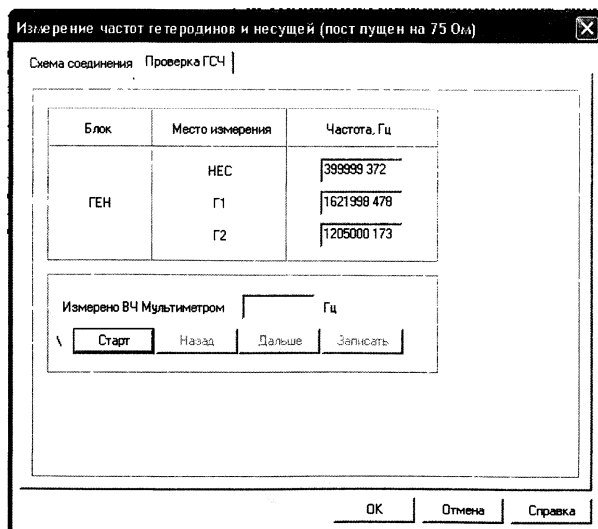


Рис. 5.13

## 5.8. Измерение выходной мощности передатчика

Выберите пункт «Выходная мощность передатчика» (рис. 5.14), соберите предложенную схему измерений. В качестве нагрузки используется резистор R2 блока ВЧР-50М (рис. 5.15). Он подключается к линейному фильтру приемопередатчика через амперметр мультиметра, а напряжение измеряется вольтметром.

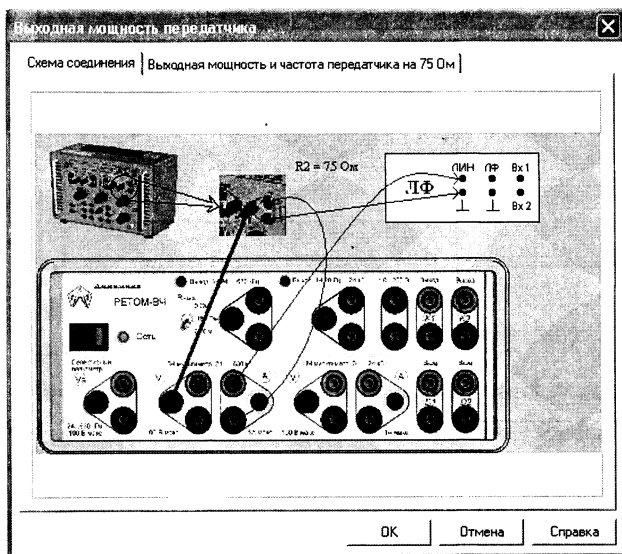


Рис. 5.14

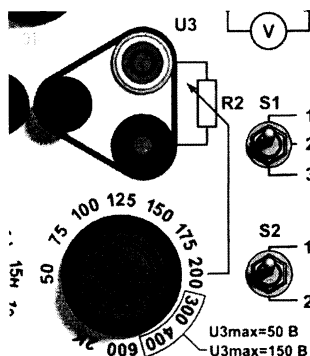


Рис. 5.15

Выходная мощность передатчика

Схема соединения: Выходная мощность и частота передатчика на 75 Ом

| Оперативное питание, В  | 0,8 Уном   | Уном       | 1,1 Уном   |
|-------------------------|------------|------------|------------|
| Частота, Гц             | 285010.736 | 285016.449 | 285014.545 |
| Ивык, А измер. РЕТОМ-8Ч | 0.506      | 0.636      | 0.696      |
| Ивык, А по прибору ПВЗУ | 0.5        | 0.63       | 0.7        |
| Увык, В                 | 40.020     | 49.722     | 54.696     |
| Рвык, Вт (расчетная)    | 20.250     | 31.623     | 38.069     |
| Рвык, дБ (расчетная)    | 43.064     | 45.000     | 45.806     |

Измерено ВЧ Мультиметром: В. А. Гц

Старт Назад Дальше Записать

OK Отмена Справка

Рис. 5.16

На блоке линейного фильтра установите переключку «ЛФ-75 Ом», передатчик запустите кнопкой ПН. Необходимая мощность выставлена переключками в блоке УМ и резистором R35.

Для измерения выходной мощности понадобится внешний блок оперативного питания с возможностью переключения номиналов напряжения постоянного тока 176, 220, 242, В.

Зайдите во вторую закладку (рис. 5.16) и нажмите «Старт» и выполните действия, определяемые программой. Произойдет измерение выходного тока и напряжения, а также программа предложит ввести значение выходного ВЧ-тока, измеренное внутренним прибором поста.

Далее нажмите «Записать» и «Дальше». Измерения проводятся 3 раза при разных значениях напряжения оперативного питания.

После ввода данных нажмите «ОК», закроется окно проверки, и сохраните файл протокола.

## 5.9. Измерение остаточного напряжение передатчика

Выберите пункт проверки «Остаточное напряжение передатчика» (рис. 5.17). Подключите в соответствии с предложенной схемой селективный вольтметр к линейному фильтру, а выходы контакта *K1* к клеммам останова поста.

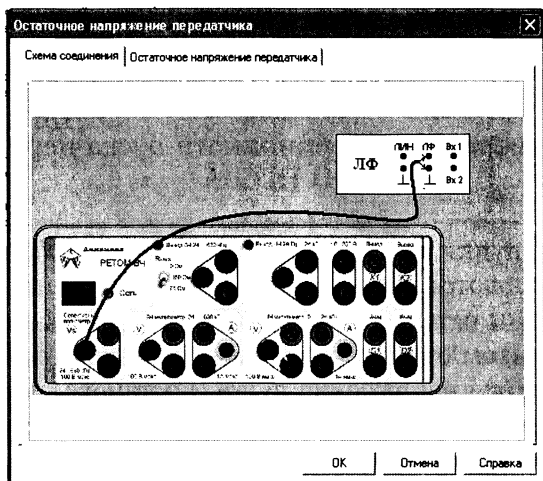


Рис. 5.17

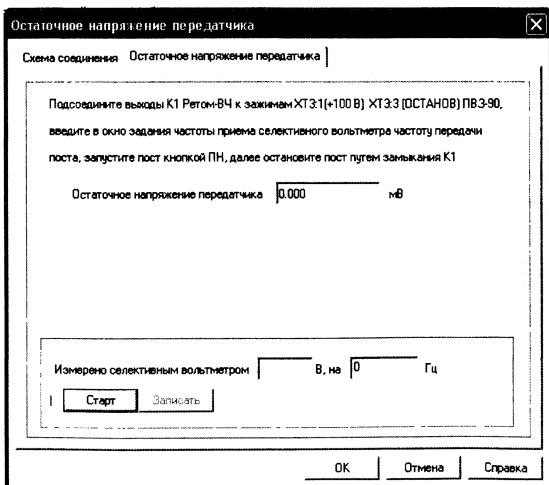


Рис. 5.18

Для измерения остаточного напряжения передатчика необходимо нагрузить передатчик на 75 Ом, запустить его и потом остановить контактом *K1*. После этого измеряется напряжение остановленного передатчика.

Перед нажатием кнопки «Старт» введите частоту передатчика (рис. 5.18). Если измеренное значение не выходит за рамки допустимых значений, то нажмите «Записать» и «ОК». Сохраните файл протокола.

## 5.10. Проверка безынерционного пуска передатчика «БИ ПУСКА»

Выберите пункт проверки «Проверка БИ ПУСКА». В этом пункте выполняются две проверки — это значение напряжения сигналов пуск и останов, при которых осуществляется управление передатчиком от блока управления, и время задержки.

Для измерения напряжения пуска и останова соберите схему проверки (рис. 5.19) и нажмите «Старт». На вход «БИ ПУСКА» от регулируемого источника напряжения постоянного тока подается сигнал, значение которого контролируется НЧ-мультиметром, а реакция поста — по сигналу «осц. прд», который подключен к дискретному входу *D1*.

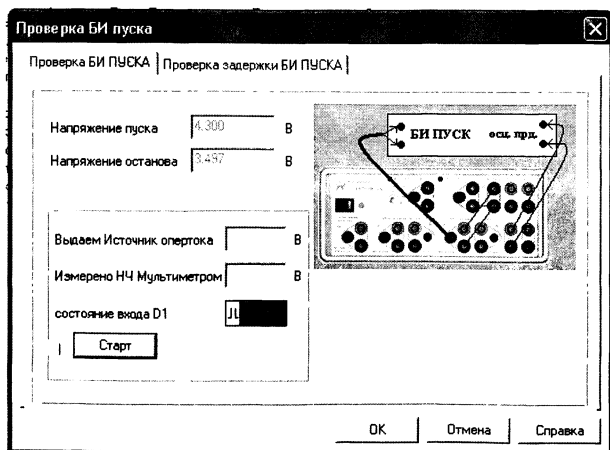


Рис. 5.19

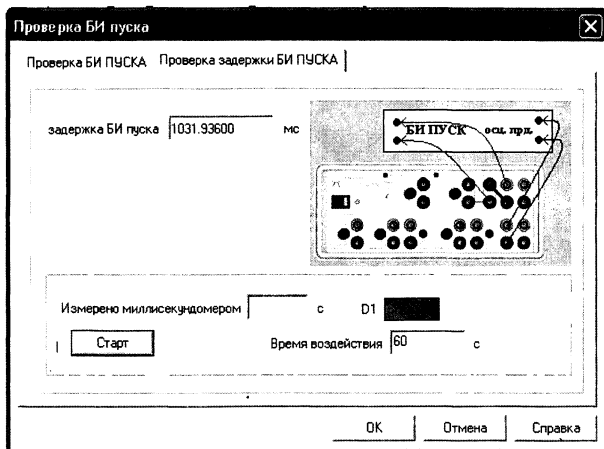


Рис. 5.20

Программа определит напряжение срабатывания и возврата по состоянию  $D1$ . По окончании измерений нажмите «ОК» и сохраните файл.

Для измерения времени задержки «БИ ПУСКА» схема проверки немного изменяется (рис. 5.20). В качестве старта секундомера используются контакты выхода  $K1$ , которые включены последовательно с регулируемым источником напряжения постоянного тока. На выходе источника устанавливается напряжение, значение которого немного превышает порог пуска. Реле замыкает свои контакты, и на вход «БИ ПУСКА» подается напряжения пуска и одновременно с этим запускается секундомер. Останавливает секундомер дискретный вход  $D1$ .

Собрав схему проверки, нажмите «Старт». По окончании измерений нажмите «ОК» и сохраните файл протокола.

### 5.11. Измерение зависимости входного сопротивления от частоты

РЕТОМ-ВЧ позволяет измерить входное сопротивление  $Z_{вх}$  прямым методом, т.е. измерением напряжения и тока на нагрузке, подав сигнал со своего генератора.

Для проведения испытаний выберите пункт проверки

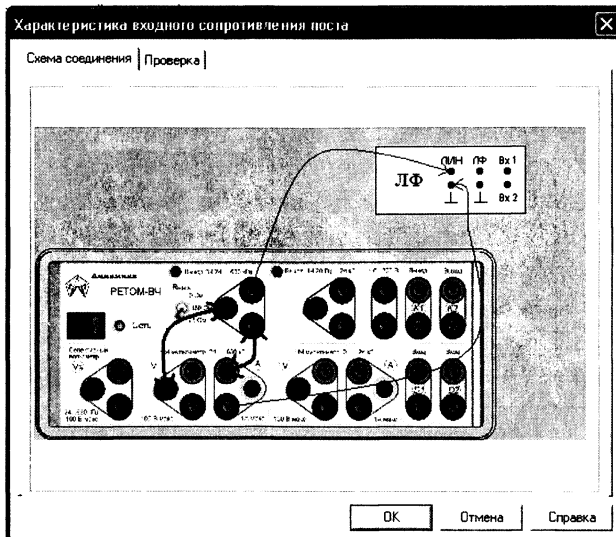


Рис. 5.21

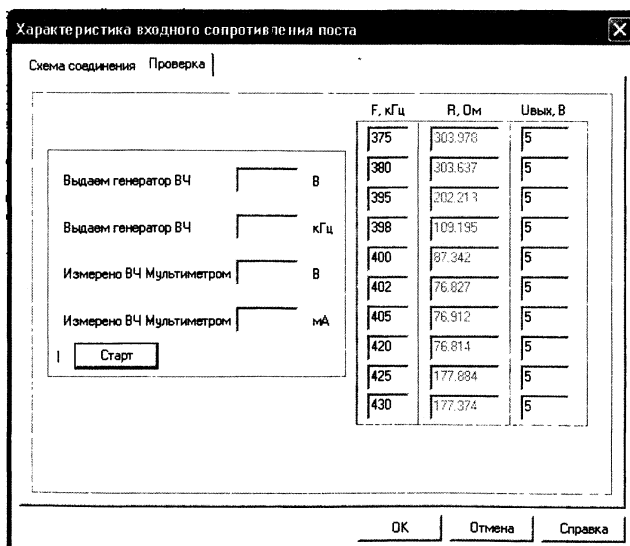


Рис. 5.22

«Характеристика входного сопротивления» и соберите схему (рис. 5.21). Для этого: к выходу ВЧ-генератора подключите вход вольтметра ВЧ-мультиметра, а в цепь подачи сигнала на линейный вход поста включите ВЧ-амперметр.

Выберите закладку «Проверка», введите значения частоты, при которых вам необходимо измерить сопротивление, и значения напряжений ВЧ-генератора. Учтите, что уровень напряжения должен быть таким, чтобы измеренный ток был выше 10 мА, а для повышения точности измерения измеренный ток должен находиться в интервале 40—100 мА. Введите исходные данные и нажмите «Старт». Программа измерит напряжение, ток и пересчитает сопротивление (рис. 5.22). По окончании измерений нажмите «ОК» и сохраните файл.

## 5.12. Установка тока приемника

Выберите пункт «Установка тока приемника» и подключитесь к посту по предложенной схеме (рис. 5.23).

При работе с направленной защитой необходимо запустить передатчик. Для проверки к нулевому входу миллиамперметра

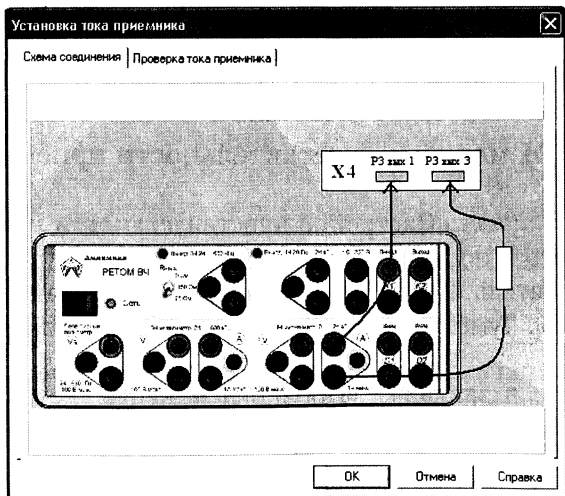


Рис. 5.23

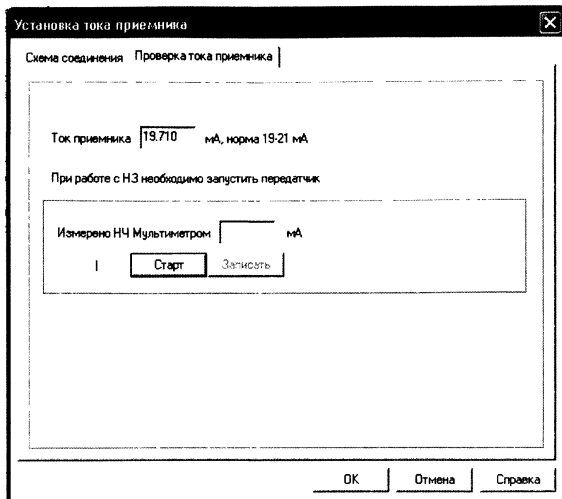


Рис. 5.24

последовательно подключите резистор номиналом 600 (3200 Ом) в зависимости от типа защиты.

Выберите закладку «Проверка тока приемника» (рис. 5.24). Нажмите «Старт».

Программа измерит значение тока приемника. Если результат находится в рамках допустимых значений, то нажмите «Записать» и «ОК». Сохраните файл протокола.

### 5.13. Измерение чувствительности приемника

Выберите пункт «Настройка чувствительности приемника» и подключитесь к посту по предложенной схеме (рис. 5.25).

Переключатель ЛИН/75 линейного фильтра установите в положение «ЛИН». Тумблер  $R_{\text{вых}}$  ВЧ-генератора установите в положение 75 Ом.

Перейдите в закладку «Проверка и настройка» (рис. 5.26). Введите уставку по чувствительности и частоте приема, нажмите «Старт».

Программа автоматически определит чувствительность основного приемника. Затем программа будет с шагом 0,5 дБ повы-

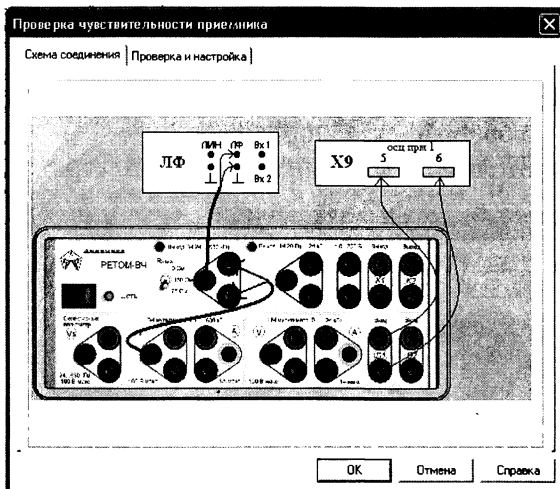


Рис. 5.25

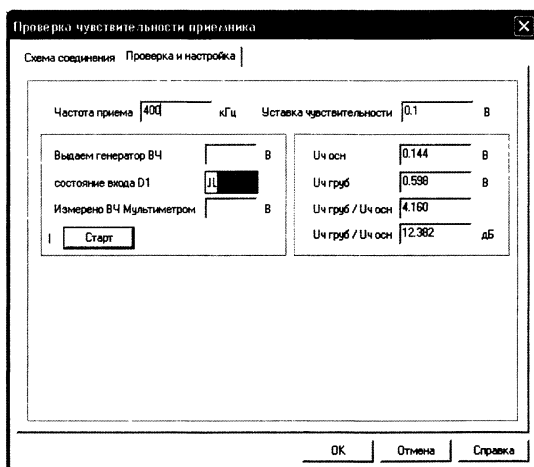


Рис. 5.26

шать напряжение ВЧ-генератора. После каждого повышения программа выдает сообщение с вопросом о состоянии светодиода «Груб». Как только светодиод «Груб» загорится, выберите «Да», после чего программа автоматически рассчитает отношение основного и грубого приемников. Если результат находится в пределах нормы, то нажмите «ОК» и сохраните файл.

## 5.14. Проверка избирательности приемника

Выберите пункт «Проверка избирательности приемника» (рис. 5.27) и соберите схему проверки.

Переключатель ЛИН/75 линейного фильтра установите в

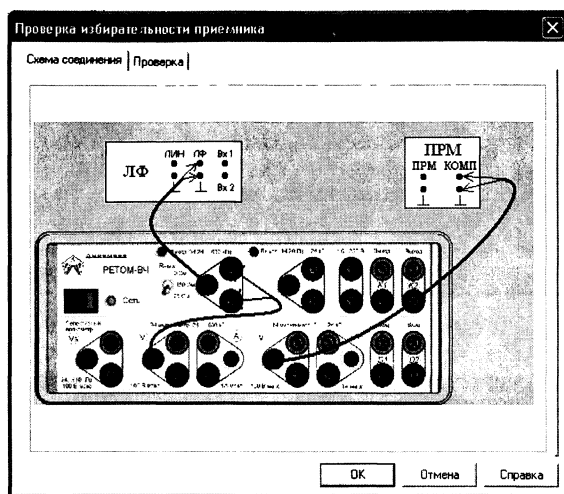


Рис. 5.27

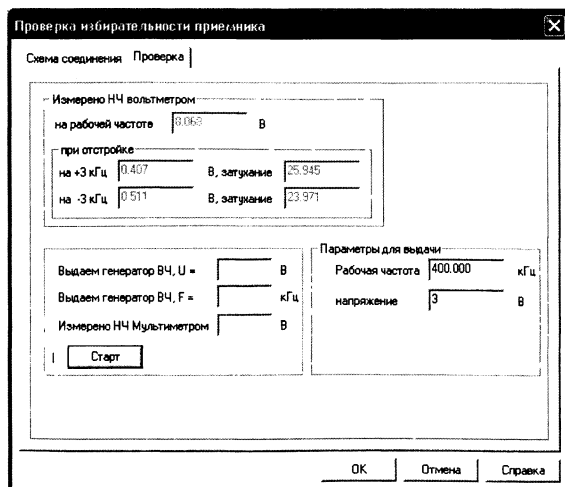


Рис. 5.28

положение «ЛИН». Тумблер  $R_{\text{вых}}$  ВЧ-генератора установите в положение 75 Ом.

Войдите в окно «Проверка» (рис. 5.28). Нажмите «Старт».

Программа автоматически измерит значение напряжения в гнезде «КОМП» на частоте приема и со сдвигом на 3 кГц вправо и влево, и определит затухание в этих точках. Если результат в пределах нормы, то нажмите «ОК» и сохраните файл.

## 5.15. Проверка полосы пропускания приемника

Выберите пункт «Проверка полосы пропускания приемника» (рис. 5.29), соберите схему, выберите окно проверки (рис. 5.30), нажмите «Старт».

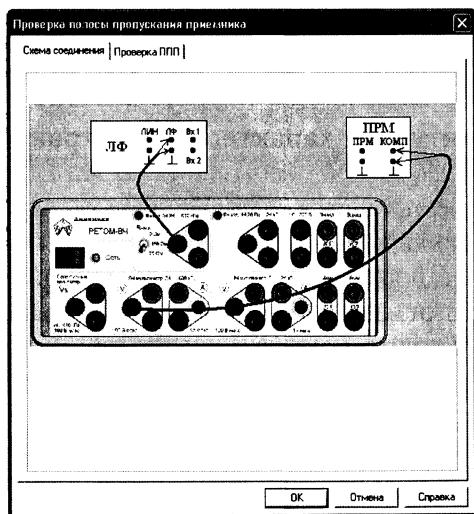


Рис. 5.29

Программа автоматически построит амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) приемника, определит полосу пропускания и рассчитает среднегеометрическую частоту приема, а также граничные частоты. Если результат в пределах нормы, то нажмите «ОК» и сохраните файл.

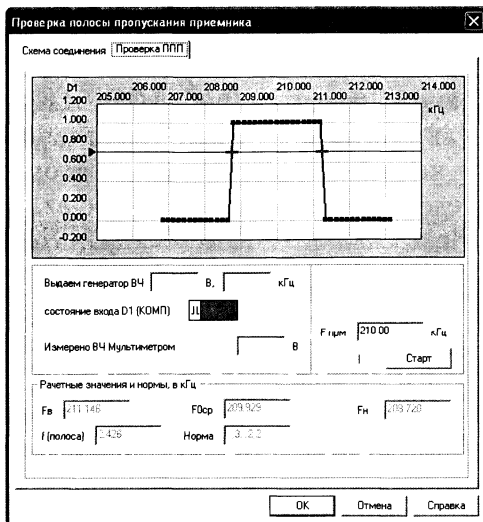


Рис. 5.30

## 5.16. Амплитудная характеристика тракта приема

Выберите пункт проверки «Амплитудная характеристика тракта приема» и подключитесь к посту по схеме (рис. 5.31).

Выберите окно проверки (рис. 5.32) и нажмите на «Старт».

Далее программа в диалоговом режиме будет предлагать переключать вход ВЧ-вольтметра на различные измерительные гнезда. Это — выходные клеммы ВЧ-генератора для измерения напряжения, которое подается на вход поста и гнезда ВХ.1 и ВХ.2 для измерения напряжения после ЛФ. По ходу измерений результаты будут автоматически внесены в таблицу. Если результаты находятся в пределах нормы, то нажмите «ОК» и сохраните файл.

## 5.17. Получение и распечатка протокола

При выборе каждого из пунктов в правой части экрана появляется часть протокола, касающаяся данной проверки и сохраненного файла. Выбрав «Файл/Печать» можно распечатать нужный пункт (рис. 5.33).



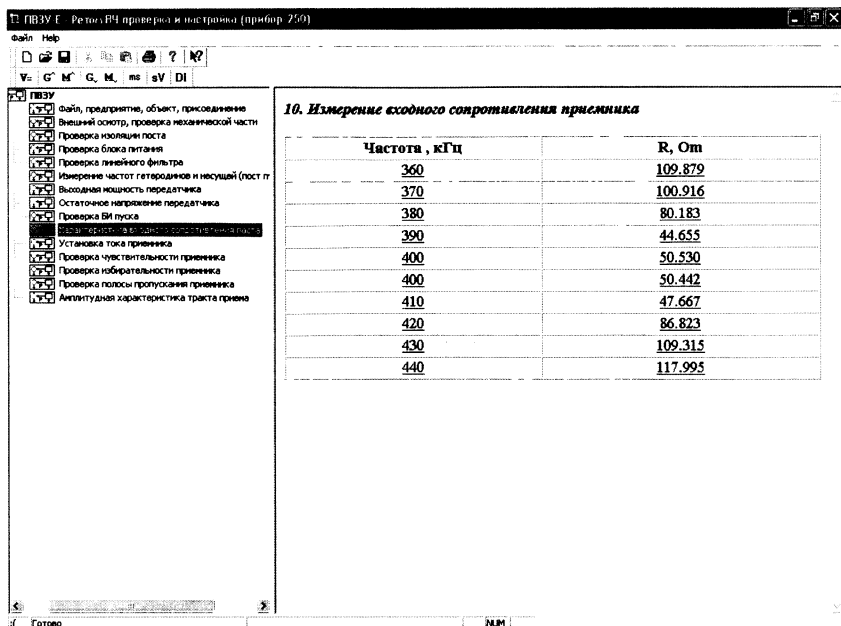


Рис. 5.33

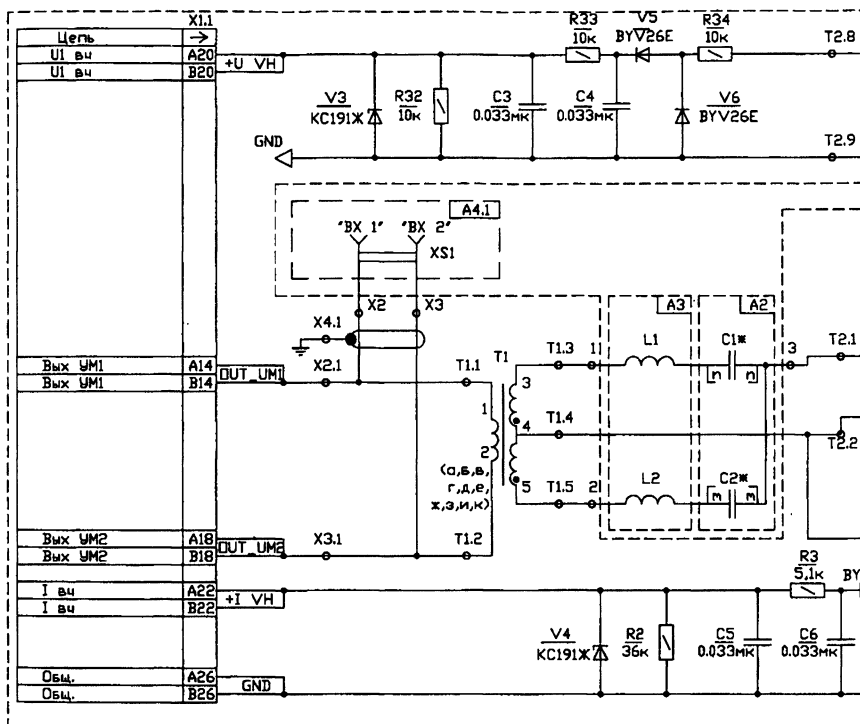
Чтобы распечатать весь протокол, поочередно выделите каждый пункт, скопируйте его в буфер и вставьте в любой текстовый редактор, например MSWORD. Оформите его и распечатайте полный протокол. В связи с тем, что в разных регионах формы протоколов имеют некоторые отличия (в большей степени это касается оформления), то предложенный способ обработки протокола, дает широкие возможности по его обработке.

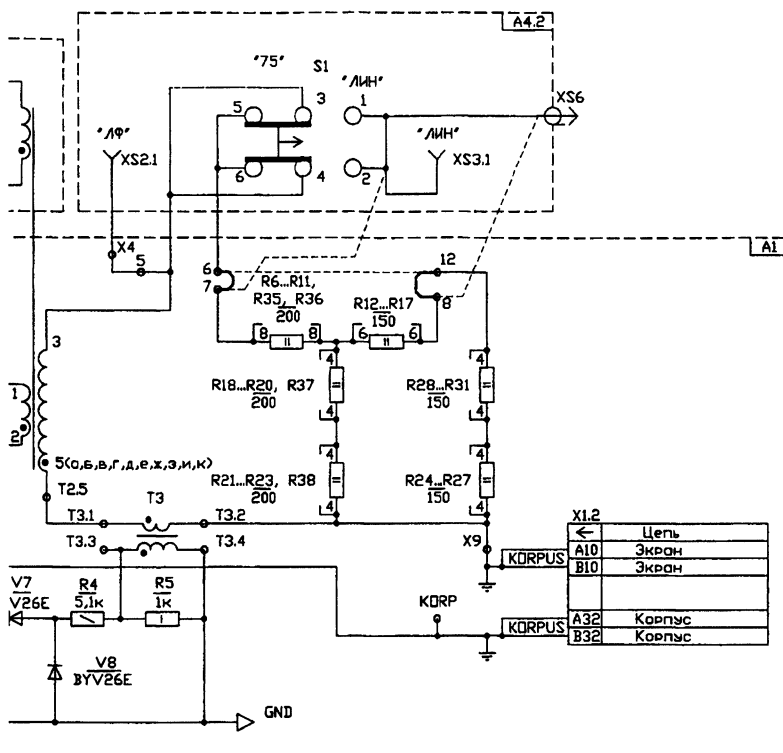
## П Р И Л О Ж Е Н И Я



# Приложение 1

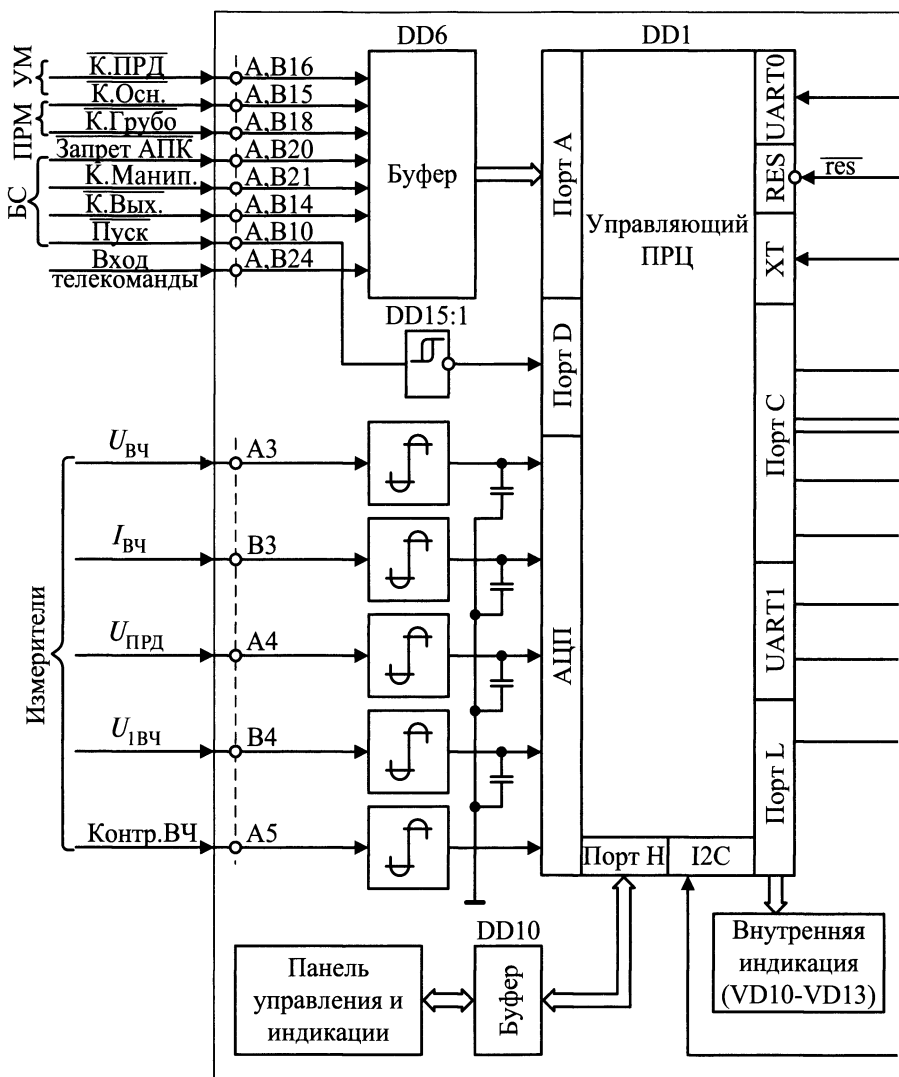
## Схема электрическая принципиальная линейного фильтра

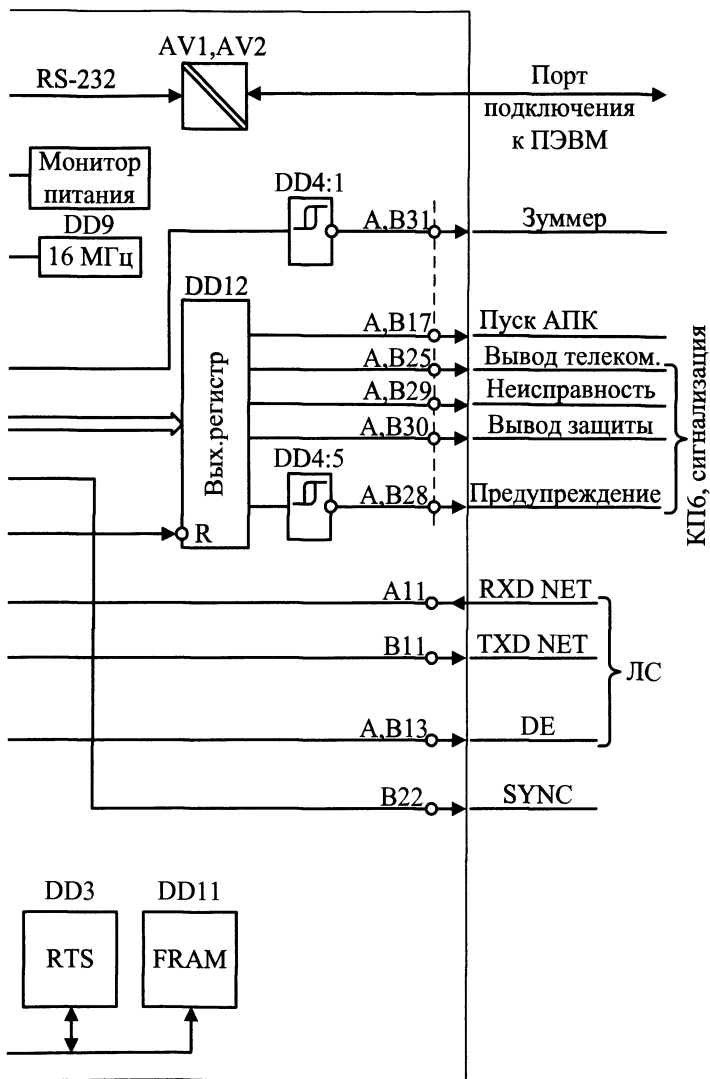




## Приложение 2

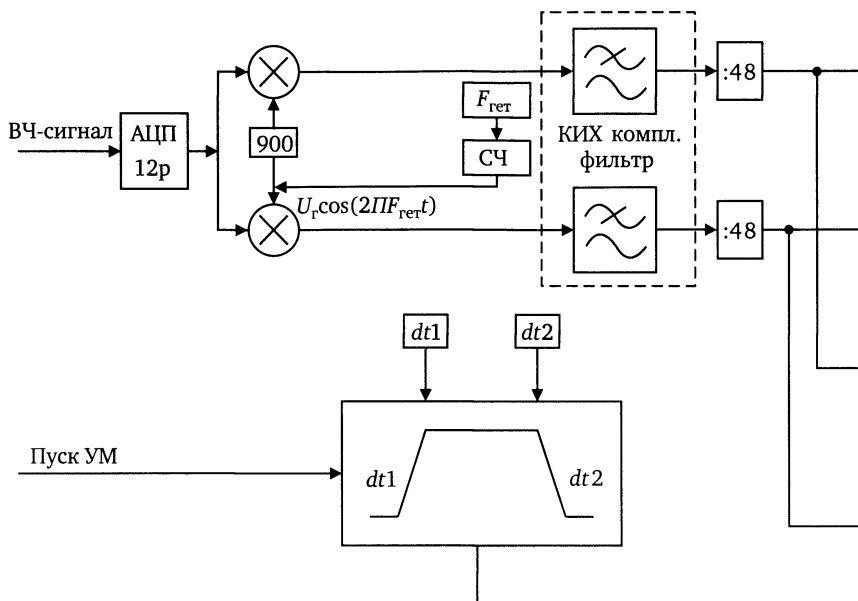
### Структурная схема АПК

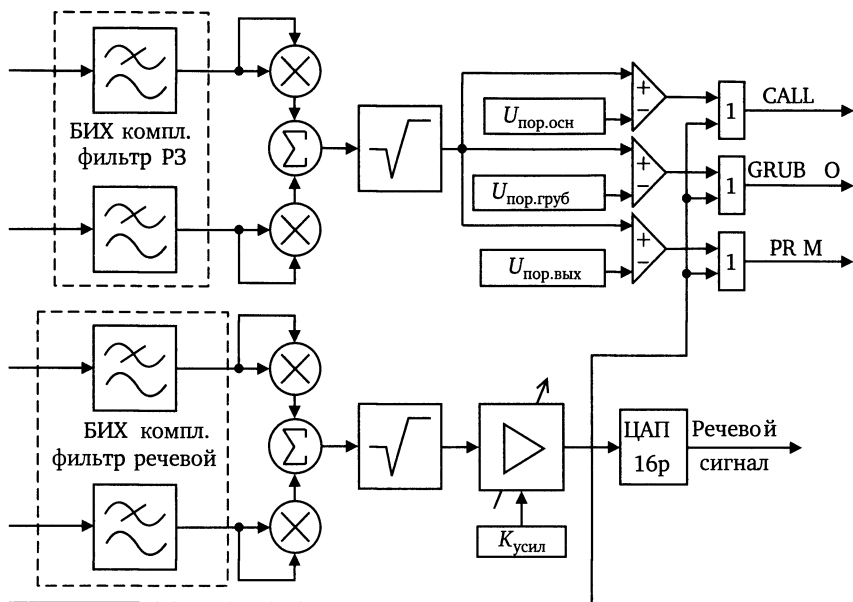




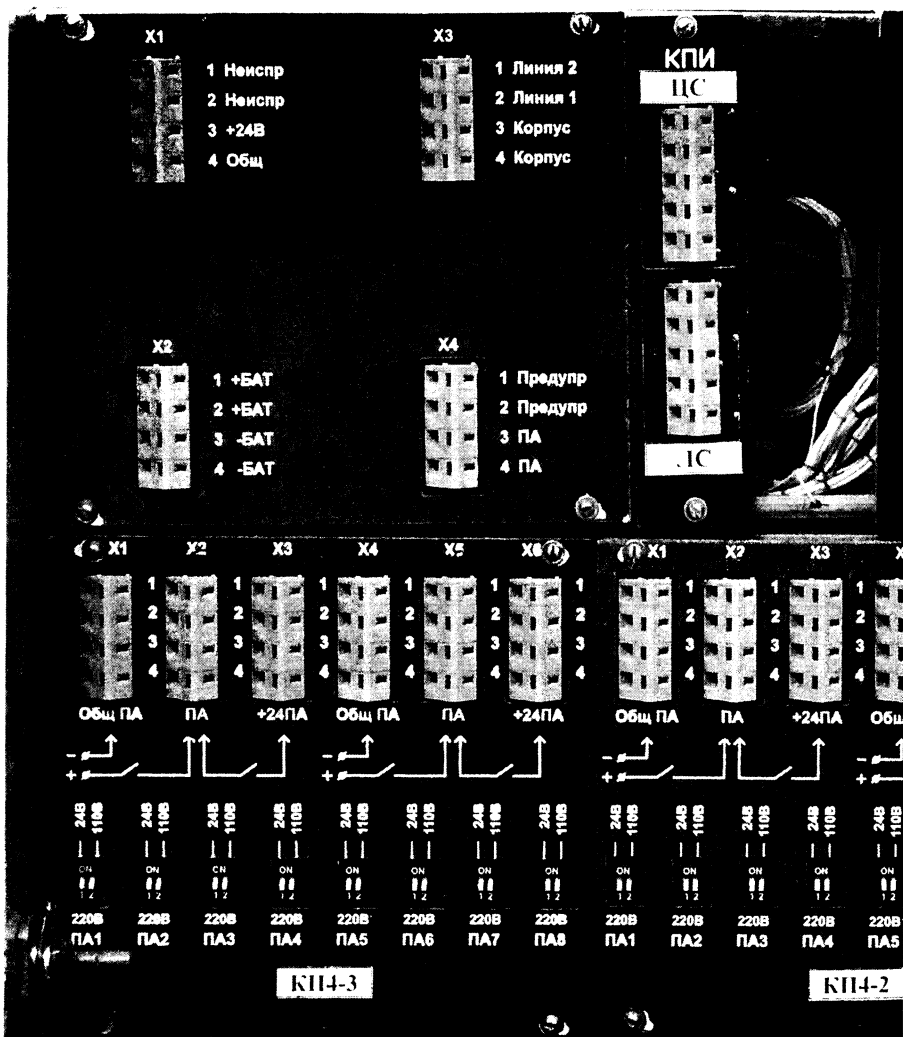
### Приложение 3

## Структурная схема алгоритма ЦФС



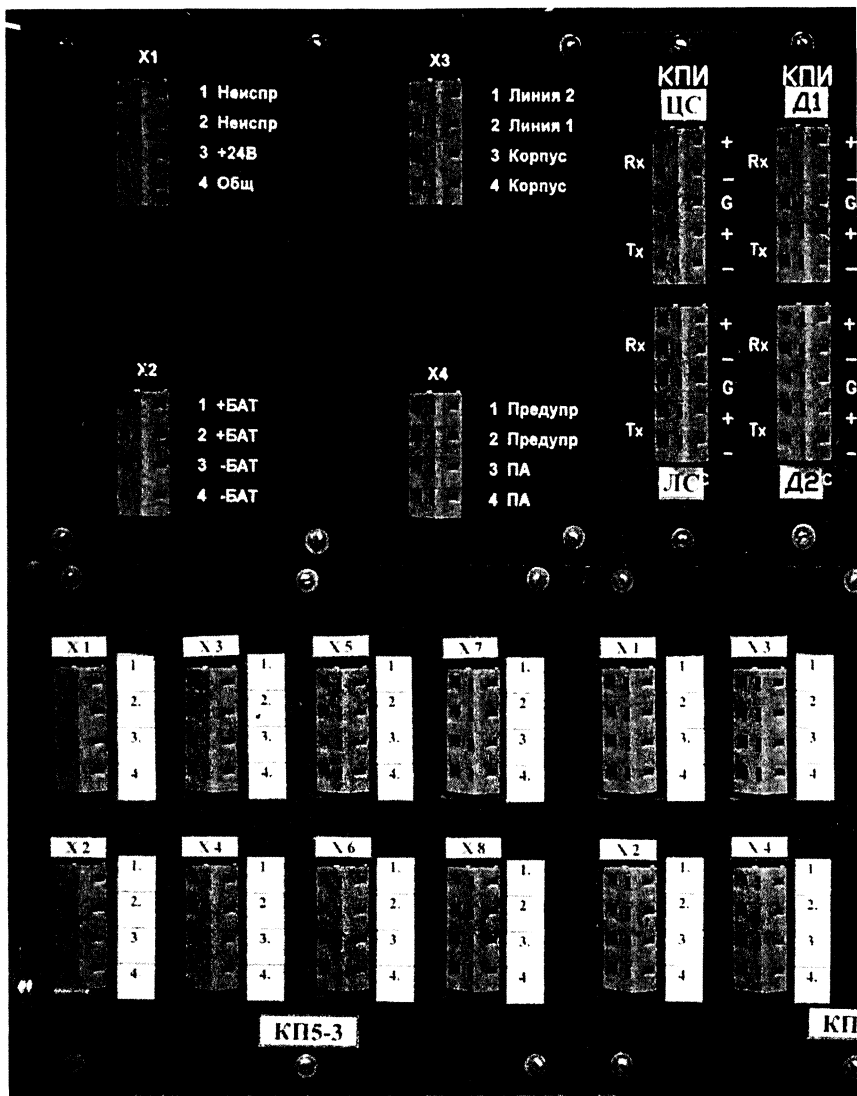


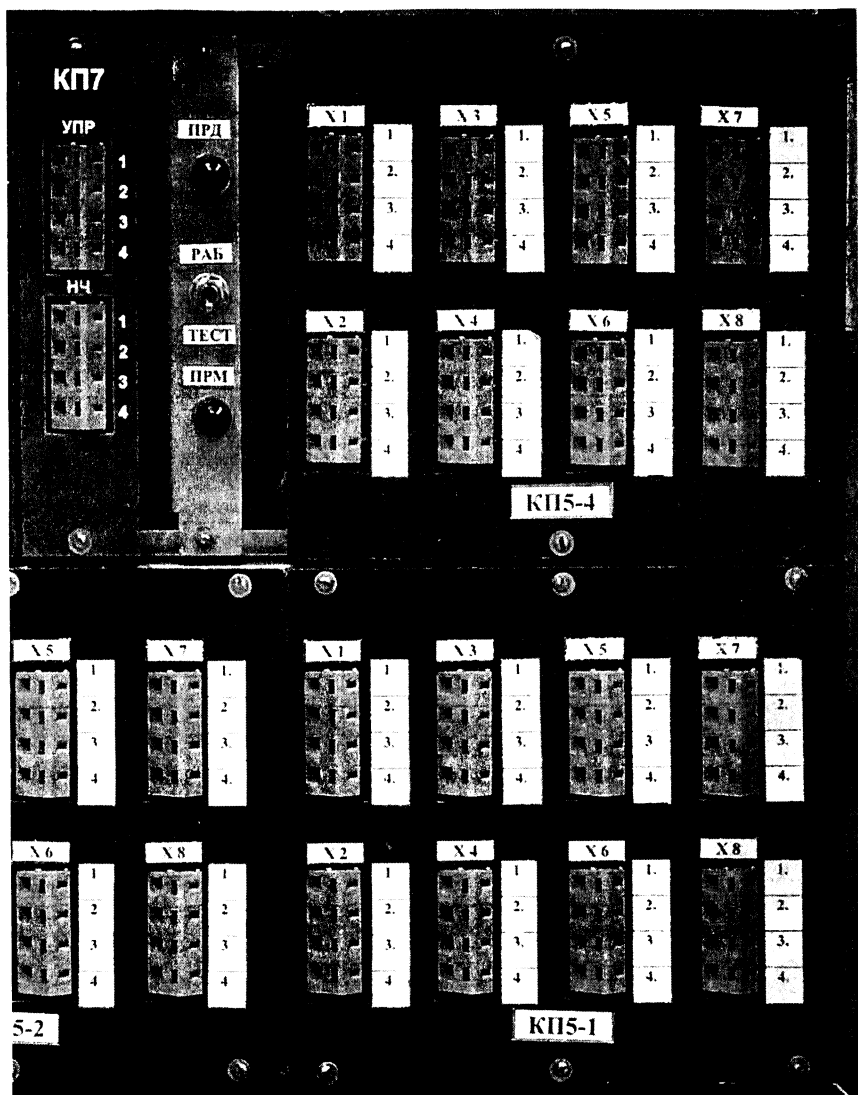
# Приложение 4 П4.1. Передатчик (вид сзади)





#### П4.2. Приемник (вид сзади)





# Приложение 5

## П5.1.Технические характеристики устройства РЕТОМ-ВЧ/25

| Наименование параметра                                                                                                                                                      | Значение                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>НЧ-генератор</b>                                                                                                                                                         |                                                                        |
| Диапазон частот, Гц                                                                                                                                                         | 20–24000                                                               |
| Диапазон выдаваемых напряжений, В                                                                                                                                           | 0–5                                                                    |
| Диапазон выдаваемых уровней напряжения, дБн                                                                                                                                 | 40                                                                     |
| Максимальная выходная мощность, Вт, не менее                                                                                                                                | 10                                                                     |
| Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты, %                                                                                                          | $\pm 2 \cdot 10^{-4}$                                                  |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки выходного напряжения, В                                                                                                | $\pm (0,022X_{\text{изм}} + 0,015)$                                    |
| <b>Источник напряжения постоянного тока (в НЧ-генераторе)</b>                                                                                                               |                                                                        |
| Наибольшее напряжение (полная шкала), В                                                                                                                                     | 15                                                                     |
| Сопротивление нагрузки в режиме «Источник постоянного напряжения», Ом, не менее                                                                                             | 50                                                                     |
| <b>ВЧ-генератор</b>                                                                                                                                                         |                                                                        |
| Диапазон частот, кГц                                                                                                                                                        | 24–2500                                                                |
| Диапазон выдаваемых напряжений (при коэффициенте нелинейных искажений не более 2,5%), В                                                                                     | 0–20                                                                   |
| Максимальная выходная мощность, Вт, не менее                                                                                                                                | 5                                                                      |
| Внутреннее переключаемое сопротивление, Ом                                                                                                                                  | 0; 75; 150                                                             |
| Пределы допускаемой основной относительной погрешности установки частоты, %                                                                                                 | $\pm 2 \cdot 10^{-4}$                                                  |
| Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки выходного напряжения, В<br>в диапазоне частот от 24 кГц до 1 МГц<br>в диапазоне частот свыше 1 МГц до 2,5 МГц | $\pm (0,022X_{\text{изм}} + 0,06)$<br>$\pm (0,04X_{\text{изм}} + 0,1)$ |
| <b>НЧ-мультиметр</b>                                                                                                                                                        |                                                                        |
| Рабочий диапазон частот, Гц                                                                                                                                                 | 45–24000                                                               |
| Пределы измерения тока, А                                                                                                                                                   | 0,1; 1                                                                 |
| Пределы измерения напряжения, В                                                                                                                                             | 0,3; 3; 30; 300                                                        |
| Входное сопротивление вольтметра, кОм, не менее                                                                                                                             | 100                                                                    |
| Входное сопротивление амперметра, Ом, не более                                                                                                                              | 2,5                                                                    |
| Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения частоты при уровне входного сигнала от 50 до 100% предела, %                                                  | $\pm (0,00016X_{\text{изм}} + 9,6)$                                    |
| <b>ВЧ-мультиметр</b>                                                                                                                                                        |                                                                        |
| Рабочий диапазон частот, кГц                                                                                                                                                | 24–2500                                                                |
| Пределы измерения тока, А                                                                                                                                                   | 0,1; 1,0                                                               |

|                                                                                       |                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Пределы измерения напряжения, В                                                       | 0,1; 1; 10; 100                                 |
| Пределы измерения уровня напряжения, дБн                                              | -18; 2; 22; 42                                  |
| Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения напряжения, В           | $\pm (0,022X_{\text{изм}} + 0,003A_{\text{к}})$ |
| Выходное сопротивление вольтметра, кОм                                                | 100                                             |
| Входное сопротивление амперметра, Ом, не более                                        | 1,5                                             |
| Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения частот, %              | $\pm 5 \cdot 10^{-4}$                           |
| <b>Селективный вольтметр</b>                                                          |                                                 |
| Пределы измерения напряжения, В                                                       | 0,01; 0,1; 1; 10; 100                           |
| Пределы измерения уровня напряжения, дБн                                              | -38; -18; 2; 22; 42                             |
| Диапазон частот, кГц                                                                  | 0,3–2500                                        |
| Динамический диапазон, дБ                                                             | -60                                             |
| Уровень собственного шума (от полной шкалы, на всех пределах), дБ, не более           | -60                                             |
| Ширина полосы селективного приема $\Delta$ , Гц                                       | 25; 400; 1750; 3100                             |
| Избирательность (при отстройке от края полосы приема на 1,5 $\Delta$ ), дБ, не менее  | 50                                              |
| Пределы допускаемой основной относительной погрешности установки частоты настройки, % | $\pm 2 \cdot 10^{-4}$                           |
| Разрешение по частоте настройки, Гц                                                   | 0,1                                             |
| Выходное сопротивление, кОм                                                           | 20                                              |
| <b>Миллисекундомер</b>                                                                |                                                 |
| Диапазон измерения, с                                                                 | 0,001–99                                        |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерения времени, %                    | $\pm 0,1$                                       |
| <b>Контактные выходы</b>                                                              |                                                 |
| Количество                                                                            | 2                                               |
| Максимальный ток коммутации                                                           | 3 А / 30 В =<br>3 А / 250 В ~                   |
| <b>Дискретные входы</b>                                                               |                                                 |
| Количество                                                                            | 16                                              |
| <b>Общие технические данные</b>                                                       |                                                 |
| Питание устройства:<br>однофазная сеть, частота, Гц<br>напряжение сети, В             | 45–85<br>$220^{+22}_{-33}$                      |
| Потребляемая мощность, В·А, не более                                                  | 100                                             |
| Масса устройства, кг, не более                                                        | 6,7                                             |
| Габаритные размеры, не более                                                          | 270×340×115                                     |

Примечание:  $X_{\text{изм}}$  — измеренное значение,  $A_{\text{к}}$  — конечное значение диапазона измерения.

## П5.2. Технические характеристики тестера ВЧТ-25

### Основные технические данные

| Наименование параметра                                          | Значение          |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|
| Рабочий диапазон частот, кГц                                    | 24–2500           |
| Входное сопротивление вольтметра                                | 100 кОм / <20 пФ* |
| Входное сопротивление амперметра, Ом, не более                  | 1,5               |
| Пределы измерения напряжения, В                                 | 0,2; 2; 20; 200   |
| Диапазон измерения тока, А                                      | 0,2–2             |
| Время непрерывной работы при выключенной подсветке, ч, не менее | 24**              |

### Общие технические данные

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| Масса, кг, не более              | 0,5        |
| Габаритные размеры, мм, не более | 200×105×60 |

\* При подключении через кабель КВ 75-03 — входная емкость увеличивается до 100 пФ.

\*\* При полностью заряженных аккумуляторах.

# Приложение 6

## Пример протокола проведения испытаний

**Предприятие:** Челябинское ПМЭС

**Объект:** п.с. «Златоуст»

**Присоединение:** 500 кВ

**Файл:**

**Дата:** 15.08.04

### 1. Протокол № 001

**Наладки ВЧ-поста ПВЗУ-Е при работе с защитой типа ДФЗ**

Заводские данные ПВЗУ-Е и условия работы поста

| Используется для работы с защитой | Рабочая частота, Гц |        | ВЧ-канал        |                |      | Отбор напряжения |
|-----------------------------------|---------------------|--------|-----------------|----------------|------|------------------|
|                                   | передачи            | приема | Длина линии, км | Наличие отпаек | Фаза |                  |
| ДФЗ                               | 400000              | 400000 | 100             | Нет            | А    | Нет              |

| $U_{\text{ном}}$ пост. тока, В | Установлен на панели | Совместное использование канала |         |                  | Заводской номер/год выпуска | Номер при АК |
|--------------------------------|----------------------|---------------------------------|---------|------------------|-----------------------------|--------------|
|                                |                      | назначение                      | частота | разделит. фильтр |                             |              |
| 220                            | ДФЗ                  | —                               | —       | —                | 570/2003                    | —            |

#### 2.1. Установлены перемычки в блоках:

| Блок   | Перемычки |
|--------|-----------|
| ПРЦ    | 1—2       |
| Ген. 1 | 3—4       |
| Ген. 2 | 5—6       |
| ПРС    | 7—8       |
| Вых.   | 9—10      |
| УМ     | 11—12     |
| ЛФ     | 13—14     |
| БП     | 15—16     |
| БС     | 17—18     |

#### 2.2. Состояние механической части поста ПВЗУ-Е в норме Да

### 3. Изоляция поста

Сопротивление изоляции цепей Х24 (1, 2, 3, 4) Х26 (1, 2, 3, 4, 5, 8) по отношению к корпусу 20 МОм (норма не менее 10 МОм)

### 4. Проверка блока питания

| Положение переключателя | Показания НЧ-мультиметра, В |        |                  |        | Норма, В    |
|-------------------------|-----------------------------|--------|------------------|--------|-------------|
|                         | 176                         | 220    | $U_{\text{бат}}$ | 242    |             |
| +5                      | 5,005                       | 5,005  | 5,004            | 5,004  | +4,85÷+5,15 |
| +12                     | 11,895                      | 11,895 | 11,895           | 11,895 | +11,4÷+12,6 |
| -12                     | 12,150                      | 12,151 | 12,151           | 12,151 | -11,4÷-12,6 |
| +24                     | 24,091                      | 24,092 | 24,090           | 24,091 | +23÷+25     |

### 5. Полоса пропускания (АЧХ линейного фильтра)

Рабочее затухание на частоте передачи — 1,350 (норма не более 2).

### 6. Проверка генератора сетки частот

| Блок | Место измерения | Частота, Гц |
|------|-----------------|-------------|
| Ген  | Нес             | 399999,286  |
|      | Г1              | 1621994,377 |
|      | Г2              | 1204997,280 |

### 7. Выходная мощность и частота передатчика

На блоке линейного фильтра установлена перемычка «ЛФ-75 Ом», передатчик пущен кнопкой ПН.

| Оперативное напряжение                    | $0,8U_{\text{ном}}$ | $U_{\text{ном}}$ | $1,1U_{\text{ном}}$ |
|-------------------------------------------|---------------------|------------------|---------------------|
| Частота, Гц                               | 399999,286          | 399999,286       | 399999,286          |
| $I_{\text{вых}}$ , А, измеренный РЕТОМ-ВЧ | 0,368               | 0,369            | 0,369               |
| $I_{\text{вых}}$ , А, по прибору ПВЗУ-Е   | 0,53                | 0,53             | 0,53                |
| $U_{\text{вых}}$ , В                      | 27,756              | 27,924           | 27,745              |
| $P_{\text{вых}}$ , Вт (расчетная)         | 14,711              | 10,304           | 10,238              |
| $P_{\text{вых}}$ , дБ (расчетная)         | 41,676              | 40,130           | 40,102              |

Необходимая мощность выставлена перемычками в блоке УМ и резистором  $R_{35}$ .

## **8. Остаточное напряжение передатчика**

$U_{\text{ост}} = \underline{0,000}$  мВ (норма не более 10 мВ).

## **9. Проверка блока УПР при работе с РКЗ**

### **9.1. Проверка безынерционного пуска**

Напряжение пуска 4,238 В (норма 3—3,5В) напряжение останова 4,454 В (норма не менее 3 В).

### **9.2. Проверка задержки «БИ ПУСКА»**

Задержка «БИ ПУСКА» 712 мс (норма 600—1200 мс).

## **10. Измерение входного сопротивления приемника**

| Частота, кГц | R, Ом   |
|--------------|---------|
| 360          | 109,879 |
| 370          | 100,916 |
| 380          | 80,183  |
| 390          | 44,655  |
| 400          | 50,530  |
| 400          | 50,442  |
| 410          | 47,667  |
| 420          | 86,823  |
| 430          | 109,315 |
| 440          | 117,995 |

## **11. Установка тока приемника**

Ток приемника 19,943 мА (норма 19—21 мА).

## 12. Настройка чувствительности приемника

|                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| Частота приема, кГц                | 400,000 |
| $U_{\text{ч.осн}}, \text{ В}$      | 0,108   |
| $U_{\text{ч.гр}}, \text{ В}$       | 0,282   |
| $U_{\text{ч.гр}}/U_{\text{ч.осн}}$ | 2,601   |

## 13. Проверка избирательности приемника

| Частота приемника, кГц | $U_0, \text{ В}$ | Уровень при отстройке на +3 кГц |               | Уровень при отстройке на -3 кГц |               | Норма, дБ      |
|------------------------|------------------|---------------------------------|---------------|---------------------------------|---------------|----------------|
|                        |                  | Напряжение, В                   | Затухание, дБ | Напряжение, В                   | Затухание, дБ |                |
| 400,000                | 8,068            | 0,407                           | 25,945        | 0,511                           | 23,971        | Не менее 30 дБ |

## 14. Проверка полосы пропускания приемника

| $f_{\text{н}}, \text{ кГц}$ | $F_{\text{пер}}, \text{ кГц}$ | $F_{\text{оср}}$     | $f_{\text{в}}, \text{ кГц}$ | $f$ (полоса), кГц | Норма, кГц |
|-----------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------|------------|
| 399,410                     | 400,000                       | $400,151 < /U < td>$ | 400,894                     | 1,484             | 1,3—2,2    |

## 15. Амплитудная характеристика тракта приема

| Напряжение                 | $0,5U_{\text{чув}}$ | $U_{\text{чув}}$ | $3U_{\text{чув}}$ | $6U_{\text{чув}}$ | $10U_{\text{чув}}$ |
|----------------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| $U_{\text{вх}} \text{ ЛФ}$ | 0,053               | 0,119            | 0,387             | 0,687             | 1,114              |
| $U$ за ЛФ                  | 0,024               | 0,060            | 0,178             | 0,239             | 0,256              |
| $U_{\text{комп}}$          | 0,527               | 1,220            | 4,387             | 4,844             | 3,238              |

## 16. Работы произвел:

Специалист 1-й категории \_\_\_\_\_ дата \_\_\_\_\_ подп. \_\_\_\_\_

Проверил: руководитель ВЧ-лаборатории \_\_\_\_\_ дата \_\_\_\_\_ подп. \_\_\_\_\_

1. **Пост** высокочастотных защит универсальный. Руководство по эксплуатации, УСК.102.000.00РЭ. Екатеринбург: ООО «Уралэнергосервис», 2004.
2. **Приемопередатчик** высокочастотных защит универсальный. Руководство по эксплуатации. УСК.102.000.00РЭ. Екатеринбург: ООО «Уралэнергосервис», 2005.
3. **Приемопередатчик** высокочастотных защит универсальный. Руководство по эксплуатации. УСК.102.000.00РЭ. Екатеринбург: ООО «Уралэнергосервис», 2008.
4. **Приемопередатчик** высокочастотных защит универсальный. Альбомы схем и перечень элементов. Екатеринбург: ООО «Уралэнергосервис», 2008.
5. **Устройство** автоматической проверки канала для ВЧ-поста типа ПВЗУ-Е. Руководство по эксплуатации. УСК.102.080.00РЭ. Екатеринбург: ООО «Уралэнергосервис», 2005.
6. **Комплекс** программно-технический измерительный параметров высокочастотного оборудования в электроэнергетике РЕТОМ-ВЧм. Руководство по эксплуатации. БРГА.441322.022 РЭ. Чебоксары, 2008.
7. **Специальная** программа для измерительного комплекса РЕТОМ-ВЧм. Программа проверки приёмопередатчика типа ПВЗУ-Е. Руководство по эксплуатации. Чебоксары, 2008.

|                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Предисловие .....                                                                    | 3         |
| Введение.....                                                                        | 5         |
| <b>Глава 1. Общие сведения .....</b>                                                 | <b>7</b>  |
| 1.1. Назначение аппаратуры ПВЗУ .....                                                | 7         |
| 1.2. Технические данные.....                                                         | 8         |
| 1.3. Устройство и работа.....                                                        | 12        |
| 1.3.1. Блок-схема .....                                                              | 12        |
| 1.3.2. Блок линейного фильтра .....                                                  | 17        |
| 1.3.3. Система генераторов.....                                                      | 18        |
| 1.3.4. Схема блока синтеза частот .....                                              | 25        |
| 1.3.5. Схема синтеза частот в блоке ЦФС приемника .....                              | 26        |
| 1.3.6. Аналоговый блок приемника .....                                               | 28        |
| 1.3.7. Цифровой приемник .....                                                       | 31        |
| 1.3.8. Блок сопряжения .....                                                         | 34        |
| 1.3.9. Устройство автоматической проверки канала .....                               | 36        |
| 1.3.10. Блок ПРЦ.....                                                                | 38        |
| 1.3.11. Схема электропитания .....                                                   | 41        |
| 1.3.12. Блок преобразователя напряжения .....                                        | 42        |
| 1.3.13. Плата преобразователя 24/100 В.....                                          | 45        |
| 1.3.14. Блок усилителя мощности.....                                                 | 45        |
| 1.3.15. Кроссплата.....                                                              | 46        |
| 1.4. Блок цифровой фильтрации сигналов .....                                         | 47        |
| 1.4.1. Структура блока ЦФС.....                                                      | 47        |
| 1.4.2. Описание работы блока ЦФС .....                                               | 53        |
| 1.4.3. Работа оператора.....                                                         | 56        |
| <b>Глава 2. Работа блока ПРЦ.....</b>                                                | <b>60</b> |
| 2.1. Основные режимы работы .....                                                    | 60        |
| 2.2. Формат команды управления ПРЦ .....                                             | 62        |
| 2.3. Режим «Контроль канала».....                                                    | 64        |
| 2.4. Порядок автоматической проверки, индикация исправного<br>состояния канала ..... | 65        |
| 2.5. Периодичность проверок .....                                                    | 66        |
| 2.6. Процесс проверки канала для поста-инициатора (ведущего) ....                    | 67        |

|                                                                          |            |
|--------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.7. Процесс проверки канала для отвечающего (ведомого) поста ...        | 69         |
| 2.8. Команда «Внеочередная проверка» канала .....                        | 70         |
| 2.9. Состояние «Неисправность» .....                                     | 70         |
| 2.10. Тестовый режим .....                                               | 73         |
| 2.11. Работа оператора с клавиатурой .....                               | 73         |
| 2.12. Назначение кнопок и индикация сообщений при работе<br>в меню ..... | 74         |
| 2.13. Отдельные элементы меню .....                                      | 75         |
| <b>Глава 3. Наладка и техническое обслуживание ПВЗУ-Е .....</b>          | <b>84</b>  |
| 3.1. Проверка аппаратуры ПВЗУ-Е .....                                    | 84         |
| 3.2. Настройка линейного фильтра .....                                   | 85         |
| 3.3. Генераторная система ПВЗУ-Е на платах Ген.1 и Ген.2 .....           | 87         |
| 3.4. Перестройка цифрового приемника на определенную частоту ..          | 91         |
| 3.5. Настройка приемника блока ЦФС .....                                 | 92         |
| 3.6. Настройка приемника ЦФС .....                                       | 94         |
| 3.7. Проверка приемника ЦФС .....                                        | 96         |
| 3.8. Предварительная проверка двух аппаратов ПВЗУ-Е .....                | 100        |
| 3.9. Схемы подключения .....                                             | 101        |
| 3.10. Комплексная проверка перед включением .....                        | 103        |
| 3.11. Техническое обслуживание ПВЗУ-Е .....                              | 106        |
| <b>Глава 4. Устройство РЕТОМ-ВЧ/25 .....</b>                             | <b>107</b> |
| 4.1. Назначение .....                                                    | 107        |
| 4.2. Описание устройства РЕТОМ-ВЧ/25 .....                               | 111        |
| 4.3. Дискретные сигналы .....                                            | 111        |
| 4.4. Секундомер .....                                                    | 115        |
| 4.5. Мультиметры .....                                                   | 117        |
| 4.6. ВЧ-генератор .....                                                  | 119        |
| 4.7. НЧ-генератор .....                                                  | 121        |
| 4.8. Селективный вольтметр .....                                         | 124        |
| <b>Глава 5. Специальная программа проверки ВЧ-поста ПВЗУ-Е .....</b>     | <b>126</b> |
| 5.1. Запуск программы .....                                              | 126        |
| 5.2. Формирование библиотеки испытаний .....                             | 126        |
| 5.3. Ввод параметров и условий эксплуатации приёмопередатчика ..         | 128        |
| 5.4. Проверка изоляции приёмопередатчика .....                           | 130        |
| 5.5. Проверка блока питания .....                                        | 131        |
| 5.6. Проверка линейного фильтра со стороны линии передачи ...            | 133        |
| 5.7. Измерение частот гетеродинов и несущей .....                        | 135        |
| 5.8. Измерение выходной мощности передатчика .....                       | 137        |
| 5.9. Измерение остаточного напряжения передатчика .....                  | 139        |
| 5.10. Проверка безынерционного пуска передатчика «БИ ПУСКА» ..           | 140        |
| 5.11. Измерение зависимости входного сопротивления от частоты ..         | 141        |
| 5.12. Установки тока приемника .....                                     | 143        |
| 5.13. Измерение чувствительности приемника .....                         | 144        |
| 5.14. Проверка избирательности приемника .....                           | 146        |
| 5.15. Проверка полосы пропускания приемника .....                        | 147        |
| 5.16. Амплитудная характеристика тракта приема .....                     | 148        |
| 5.17. Получение и распечатка протокола .....                             | 148        |

|                                                                            |            |
|----------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Приложения.....</b>                                                     | <b>151</b> |
| Приложение 1. Схема электрическая принципиальная линейного<br>фильтра..... | 152        |
| Приложение 2. Структурная схема АПК .....                                  | 154        |
| Приложение 3. Структурная схема алгоритма ЦФС.....                         | 156        |
| Приложение 4.                                                              |            |
| П4.1. Передатчик (вид сзади) .....                                         | 158        |
| П4.2. Приемник (вид сзади) .....                                           | 160        |
| Приложение 5.                                                              |            |
| П5.1. Технические характеристики устройства РЕТОМ-ВЧ/25 .....              | 162        |
| П5.2. Технические характеристики тестера ВЧТ-25 .....                      | 164        |
| Приложение 6. Пример протокола проведения испытаний .....                  | 165        |

Производственно-практическое издание

**Зайцев Борис Сергеевич**  
**Чесноков Валентин Федорович**

## **Высокочастотный пост «ПВЗУ-Е» и его диагностика с применением комплекса «РЕТОМ-ВЧм»**

Редкаторы: *Л.Л. Жданова, Н.В. Ольшанская*  
Компьютерная верстка *Л.В. Дёмкина*

Подписано в печать с оригинал-макета.  
Формат 60×88/16. Бумага офсетная № 1  
Усл. печ. л. 10,75. Уч.-изд. л. 10,72.  
Тираж 1000 экз.

Энергоатомиздат, 107031, Москва, ул Рождественка, 5/7.  
Отпечатано в типографии ООО «Галлея-принт»