|  |  |
| --- | --- |
| ОКП 423211 |  |

ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИК

КОМАНД РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ

АВТОМАТИКИ

АВАНТ К400

ПБКМ.42 4325.005 РЭ.01

Руководство по эксплуатации

Часть вторая

Для исполнений по ВЧ каналам:

ПБКМ.42 4325.005-0XY-В

ПБКМ.42 4325.005-0XY-A

ПБКМ.42 4325.005-0XY-K

ПБКМ.42 4325.005-0XY-У

ПБКМ.42 4325.005-0XY-T

Екатеринбург

2013 г.

Содержание

[1 Технические требования 6](#_Toc366683185)

[1.1 Основные параметры и характеристики 6](#_Toc366683186)

[1.2 Требования назначения 6](#_Toc366683187)

[1.3 Конструктивно-технические требования 6](#_Toc366683188)

[1.4 Требования к программному обеспечению, регистрации, интерфейсу HMI, локальной сети, интеграция в АСУ ТП 8](#_Toc366683189)

[1.5 Требования к приемопередатчику в режиме передачи и приема команд контактным способом 9](#_Toc366683190)

[1.6 Требования к передаче и приему команд в режиме функционирования IEC 61850-8-1 15](#_Toc366683191)

[1.7 Требования к электропитанию 16](#_Toc366683192)

[1.8 Требования к электромагнитной совместимости 17](#_Toc366683193)

[1.9 Требования к совместимости с другими ВЧ устройствами 21](#_Toc366683194)

[1.10 Требования к мониторингу, сигнализации, измерениям, управлению работой, тестированию 24](#_Toc366683195)

[1.11 Устойчивость к воздействию климатических факторов 25](#_Toc366683196)

[1.12 Устойчивость к механическим воздействиям 26](#_Toc366683197)

[1.13 Требования к комплектующим изделиям и материалам 26](#_Toc366683198)

[1.14 Требования к надежности 26](#_Toc366683199)

[1.15 Требования к комплектности, маркировке, упаковке 27](#_Toc366683200)

[2 Требования к безопасности 28](#_Toc366683201)

[3 Требования охраны окружающей среды 28](#_Toc366683202)

[4 Правила приемки 29](#_Toc366683203)

[4.1 Общие положения 29](#_Toc366683204)

[4.2 Приемо-сдаточные испытания 29](#_Toc366683205)

[4.3 Периодические испытания 29](#_Toc366683206)

[4.4 Типовые испытания 31](#_Toc366683207)

[4.5 Испытания на надежность 31](#_Toc366683208)

[5 Методы испытаний 31](#_Toc366683209)

[5.1 Общие положения 31](#_Toc366683210)

[5.2 Проверки цепей сигналов команд 32](#_Toc366683211)

[5.3 Проверки трактов передачи и приема 36](#_Toc366683212)

[5.4 Проверки и испытания на помехозащищенность 42](#_Toc366683213)

[5.5 Проверки на соответствие требований к электропитанию 49](#_Toc366683214)

[5.6 Проверки и испытания на соответствие требованиям к безопасности 53](#_Toc366683215)

[5.7 Проверки и испытания на соответствие требованиям электромагнитной совместимости 55](#_Toc366683216)

[5.8 Проверки требований к мониторингу, сигнализации, измерениям, управлению 60](#_Toc366683217)

[5.9 Проверки на соответствие требований к программному обеспечению, регистрации, HM-интерфейсу, локальной сети 62](#_Toc366683218)

[5.10 Испытания на устойчивость к воздействию климатических факторов 63](#_Toc366683219)

[5.11 Испытания на устойчивость к механическим воздействиям 64](#_Toc366683220)

[5.12 Проверка на соответствие конструктивно-техническим требованиям 65](#_Toc366683221)

[5.13 Проверка комплектности, маркировки, упаковки 65](#_Toc366683222)

[6 Транспортировка и хранение 65](#_Toc366683223)

[7 Указания по эксплуатации 66](#_Toc366683224)

[8 Гарантии изготовителя 66](#_Toc366683225)

[Приложение А (обязательное) 67](#_Toc366683226)

[Габаритные и установочные размеры 67](#_Toc366683227)

[Приложение Б (обязательное) 69](#_Toc366683228)

[Ссылочные нормативные документы 69](#_Toc366683229)

[Приложение В (обязательное) 73](#_Toc366683230)

[Перечень оборудования и средств измерения 73](#_Toc366683231)

Настоящие руководство по эксплуатации (часть 2) является дополнением к ПБКМ.424325.005 РЭ (Руководство по эксплуатации, часть 1) и предназначено для изучения и правильной эксплуатации приемопередатчика сигналов и команд релейной защиты «АВАНТ К400» (в дальнейшем К400 или приемопередатчик) для 2-х концевых линий.

Настоящее руководство по эксплуатации содержит сведения по настройку рабочих установок и диагностике состояния приемопередатчика с панели управления блока БСП и персонального компьютера.

При изучении приемопередатчика необходимо пользоваться дополнительно следующими документами:

* АВАНТ К400. ПБКМ.424325.005 РЭ. Руководство по эксплуатации, часть 1;
* АВАНТ К400. Схемы электрические принципиальные. Альбом №1;
* АВАНТ К400. Перечни элементов. Альбом №2;
* АВАНТ К400. Сборочные чертежи. Альбом №3

# Элементы управления и индикации блока БСП

## Общая информация

Внешний вид панели управления и индикации показан на рисунке 1.1.



Рисунок . Элементы панели управления и индикации

Вывод информации в приемопередатчике организован с помощью графического жидкокристаллического индикатора 128х64 точек. Информация на экране обновляется пять раз в секунду.

Управление осуществляется посредством 9-и кнопочной клавиатуры.

При отсутствии связи с блоком БСП в верхней части экрана будет мигать надпись «Нет связи с БСП!!!».

## Размещение информации в поле индикатора

Отображаемая информация условно разбита на 2 зоны, как показано на рисунке 1.2.



Рисунок . Схематичное расположение зон на индикаторе

В первой зоне, в зависимости от выбранного пункта меню выводятся измерения, дата, время, название пункта. Данная зона может занимать от одной до трех строк.

Во второй зоне выводится текущее состояние приемопередатчика, либо содержимое текущего уровня меню. Данная зона может занимать от 3 до 5 сток.

Информация, отображаемая в каждой зоне, представлена с сокращениями и, как правило, имеет законченный вид.

## Клавиатура

В зависимости от текущего уровня меню, клавиши клавиатуры могут выполнять следующие функции:

* [Меню]
* переход в выбранный пункт меню;
* переход в режим редактирования значения выбранного параметра;
* завершение редактирования с сохранением нового значения;
* [Отмена]
* переход в предыдущий пункт меню;
* выход из режима редактирования без сохранения введённого значения;
* [↑]
* переход к предыдущему пункту меню в списке;
* переход к просмотру следующего параметра;
* переход к просмотру следующей записи журнала;
* увеличение значения параметра в режиме редактирования;
* увеличение значения на тысячу при вводе пароля;
* [↓]
* переход к следующему пункту меню в списке;
* переход к просмотру предыдущего параметра;
* переход к просмотру предыдущей записи журнала;
* уменьшение значения параметра в режиме редактирования;
* увеличение значения на десять при вводе пароля;
* [→]
* переход к просмотру параметра следующей команды;
* увеличение значения на сто при вводе пароля;
* [←]
* переход к просмотру параметра предыдущей команды;
* увеличение значения на единицу при вводе пароля.

В главном меню доступы следующие комбинации кнопок:

* [Фн + Сброс]
* перезапуск аппарата;
* [Фн + Пуск]
* перевод приемника из режима «Готов» в режим «Введен»;
* [Фн + Сброс.инд.]
* сброс индикации команд приемника и передатчика

# Меню

## Структура меню

На рисунке 2.1 показано дерево меню приемопередатчика.

Переход на следующий пункт производится нажатием кнопки [Меню], возврат к предыдущему пункту - [Отмена].



Рисунок . Дерево меню АВАНТ К400

## Нулевой уровень

Один из вариантов внешнего вида индикатора данного уровня показан на рисунке 2.2.



Рисунок . Нулевой уровень меню

После включения производится настройка меню, в этот период времени на экран выводится надпись «Тип аппарата не определен!!!».

В первой зоне выводятся измерения, дата и время. Во второй зоне выводятся текущие режим работы и состояние приемопередатчика.

При наличии предупреждения, оно будет подменять информацию о текущем состоянии с частотой примерно 2Гц. При этом, если предупреждение одно, то будет выведена его текстовая расшифровка, а если несколько – код.

При наличии неисправности в приемопередатчике, она будет выведена на месте текущего состояния. При этом если неисправность одна, будет выведена ее текстовая расшифровка, если несколько – расшифровка самой приоритетной и код поочередно.

* + - 1. Приемопередатчик должен осуществлять непрерывный мониторинг состояния канала связи и исправности его составных элементов, при этом должна быть предусмотрена соответствующая индикация и сигнализация.
    1. Приемопередатчик может работать в системах АСУ ТП в соответствии с требованиями ГОСТ Р МЭК 60870-5-101, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104.
    2. В приемопередатчике должна быть предусмотрена возможность совместной работы с ВЧ приемопередатчиками РЗ и ПА других типов: ВЧТО, АНКА-АВПА, АКПА, АКА КЕДР, УПК-Ц.
    3. В приемопередатчике управление передачей и приемом каждой из команд должно осуществляться как контактным способом по традиционной схеме, так и бесконтактным способом – через клиентскую сеть в соответствии с IEC 61850-8-1, с генерацией сообщений типа GOOSE, MMS.
    4. Приемопередатчик должен иметь следующее программное обеспечение:
* системное ПО, осуществляющее обработку сигналов в соответствии с алгоритмом работы приемопередатчика, проверку основных функциональных узлов приемопередатчика и формирование сигналов о неисправности;
* прикладное ПО – программу-конфигуратор, предоставляющую интерфейс для конфигурирования и отображения текущих данных.
  + 1. Приемопередатчик должен обеспечивать передачу данных телемеханики в соответствии c ITU-T V.24 (ANSI/TIA/EIA-232-F, ГОСТ Р 50668) или ITU-T V.11 (X.27, ANSI/TIA/EIA-422-B, RS-422), с независимой гальванической развязкой по входу и выходу, со скоростью, не менее:
    - до 200 бит/с, в полосе передачи команд, путем сдвига частоты;
    - до 600 бит/с, в дополнительной полосе частот 2 кГц, путем сдвига частоты;
    - от 1200 до 9600 бит/с, в дополнительной полосе частот 2 кГц, путем QAM-модуляции; с величиной краевых искажений не более ±5%.

Для разрешения передачи и приема сигналов телемеханики должен быть предусмотрен внешний вход с возможностью выбора управляющего напряжения: 24, 110, 220 В. Должна быть предусмотрена программная блокировка входа.

* + 1. В приемопередатчике должен быть предусмотрен цифровой переприем (трансляция) команд.
    2. Должна быть предусмотрена синхронизация часов между приемопередатчиками, работающими в одном канале, с погрешностью не более ±10 мс.

## Конструктивно-технические требования

* + 1. Приемопередатчик должен состоять из каркаса с блоками, ВЧ устройства фильтрации, согласования и развязки (ВЧ УФСР), фильтра питания (ФП-01).
    2. Каркас представляет собой металлическую конструкцию с жестко закрепленной внутри кроссплатой КП1 ПБКМ.426479.001. Кроссплата предназначена для подключения блоков с лицевой и обратной стороны приемопередатчика. В каркас должны устанавливаться следующие блоки:
* блок питания БП1 ПБКМ.426499.001;
* блок питания БП2 ПБКМ.426499.002;
* блок сигнального процессора БСП ПБКМ.426471.004;
* блок сигналов команд БСК ПБКМ.426449.002;
* блок внешних подключений БВП ПБКМ.426449.003;
* блок усилителя мощности УМ ПБКМ.426477.001;
* блок клемм передатчика КПРД1 ПБКМ.426439.004;
* блок клемм приемника КПРМ1 ПБКМ.426439.005;
* универсальный блок клемм сигналов команд КСК1 ПБКМ.426439.002;
* блок клемм внешних подключений КВП ПБКМ.426439.003.

Примечание - для исполнений приемопередатчика с количеством команд на передачу и прием до восьми включительно, вместо блоков КПРД и КПРМ может устанавливаться один универсальный блок КСК.

На лицевой панели блока БП1 должен быть расположен тумблер питания и светодиодная индикация исправности источников питания приемопередатчика.

На лицевой панели блока БСК должна быть расположена светодиодная сигнализация действия приемопередатчика – сигнализация приема и передачи команд отдельно для каждой команды

На лицевой панели блока БВП должна быть расположена светодиодная предупредительная и аварийная сигнализация.

На лицевой панели блока БСП должен быть расположен HMI интерфейс приемопередатчика, состоящий из дисплея и клавиатуры, а также разъем RS-232C либо USB для подключения внешнего ПК.

* + 1. Металлическая конструкция каркаса приемопередатчика и его составных частей должна быть устойчива к коррозии при его эксплуатации и хранении.
    2. Для каркаса с блоками рабочее положение в пространстве – вертикальное. Допускается отклонение от рабочего положения до ±5° в любую сторону.
    3. Для блоков ВЧ УФСР и ФП-01 рабочее положение в пространстве не нормируется. В конструкции данных блоков должно быть предусмотрено крепление на DIN-рейку 35 мм.
    4. Контактные зажимы устройства должны допускать присоединение проводов сечением от 0,08 до 2,5 мм2.
    5. На блоке БП2 должен быть установлен болт заземления, имеющий противокоррозионное покрытие и знак заземления.
    6. Съемные блоки должны быть взаимозаменяемыми по габаритным, присоединительным размерам и по электрическим параметрам.
    7. Габаритные и установочные размеры приемопередатчика должны соответствовать значениям, указанным в Приложении А.
    8. Масса не должна превышать 13 кг.
    9. На приемопередатчике должны отсутствовать:
    - механические повреждения корпуса (следы внешних ударов);
    - механические повреждения элементов управления;
    - потеки воды, в том числе высохшие;
    - налет окислов на металлических поверхностях;
    - налет окислов на контактных поверхностях;
    - запыленность.

## Требования к программному обеспечению, регистрации, интерфейсу HMI, локальной сети, интеграция в АСУ ТП

* + 1. Приемопередатчик должен иметь системное и прикладное ПО.
    2. Системное ПО должно осуществлять:
* обработку сигналов в соответствии с алгоритмом работы приемопередатчика;
* проводить периодическую проверку основных функциональных узлов приемопередатчика (самотестирование);
* формировать сигналы неисправности;
* производить запись в энергонезависимый журнал событий фактов приема и передачи команд, действия сигнализации с указанием причин такого действия и фиксацией времени возникновения.
  + 1. Запись действий по приему, передаче команд, запись действий сигнализации должны производиться в раздельные журналы, каждый из которых должен быть рассчитан на регистрацию не менее 256 событий. Должна быть предусмотрена возможность записи всех видов событий в хронологическом порядке в один журнал объемом не менее 1024 событий. Чтение журнала событий должно осуществляться с помощью встроенного HMI интерфейса, внешнего ПК или через локальную сеть.
    2. Время событий должно регистрироваться с точностью ±1 мс. В качестве датчика времени должны использоваться сигналы, получаемые по локальной сети или АСУ ТП. На случай отсутствия таких датчиков должна быть предусмотрена возможность синхронизации времени между приемопередатчиками, работающими в одном канале.
    3. Прикладное ПО в виде программы-конфигуратора должно поставляться на съемном носителе в комплекте поставки каждого приемопередатчика. С помощью прикладного ПО должно осуществляться:
* просмотр и изменение параметров конфигурации приемопередатчика;
* просмотр и изменение текущего состояния и режима работы приемопередатчика;
* получение данных из журнала событий;
* тестирование.

Внешний ПК с программой-конфигуратором должен быть подключен к приемопередатчику через интерфейс RS-232C (USB), или через порт локальной сети (АСУ ТП). Для защиты от преднамеренных и непреднамеренных изменений режима работы приемопередатчика и параметров конфигурации используется парольная защита. В руководстве по эксплуатации должны быть приведены изображения окон ПК с программой-конфигуратором, используемых при работе с приемопередатчиком.

* + 1. Время от момента включения электропитания приемопередатчика до начала выполнения всех его функций (с учетом загрузки ПО и проведения процедуры самотестирования) должно быть не более трех минут.
    2. Время от момента начала перезагрузки процессора в случае его сбоя до начала выполнения приемопередатчиком всех его функций должно быть не более 30 секунд.
    3. С помощью встроенного HMI интерфейса, состоящего из дисплея и клавиатуры, должны выполняться:
* просмотр и изменение параметров конфигурации приемопередатчика;
* просмотр и изменение текущего состояния и режима работы приемопередатчика;
* получение данных из журнала событий;
* тестирование.
  + 1. Для работы по локальной сети должен использоваться протокол ГОСТ Р 60870-5-101 (RS-485) или ГОСТ Р 60870-5-104 (Ethernet).
    2. Для интеграции в сеть АСУ ТП должен использоваться протокол ГОСТ Р 60870-5-104.

## Требования к приемопередатчику в режиме передачи и приема команд контактным способом

* + 1. В приемопередатчике управление передачей команд должно осуществляться подачей внешнего постоянного  напряжения на соответствующие управляющие входы передатчика в соответствии с таблицей 1.5.1.
    2. Управляющий вход должен переключаться только от напряжения прямой полярности. При приложении к управляющему входу напряжения обратной полярности при любом значении напряжения не должно происходить срабатывание. Управляющих вход не должен повреждаться при подаче на него напряжения обратной полярности.
    3. Приемопередатчик в отсутствие передачи команд должен передавать по каналу связи контрольный сигнал в виде ВЧ сигнала контрольной частоты.
    4. Должна быть предусмотрена возможность выбора рабочего напряжения управляющего входа (одинаково для всех команд): 110 или 220 В. По умолчанию должно устанавливаться управляющее напряжение 220 В.

Таблица 1.5.1 - Напряжение управляющих входов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Рабочее  напряжение, В | Напряжение гарантированного не срабатывания управляющего входа (возврата в исходное состояние), В | Гарантированное напряжение срабатывания управляющего входа, В | Ток  потребления управляющего входа, мА |
| 110 | от 66 до 77 | от 79 до 88 | от 20 до 25 |
| 220 | от 132 до 154 | от 158 до 170 | от 20 до 25 |

* + 1. В приемопередатчике должна быть обеспечена возможность установки времени задержки срабатывания дискретного входа 0 - 20 мс, с шагом 1 мс.
    2. Для запоминания команды приемопередатчиком управляющий импульс должен воздействовать на вход команды на 1 мс дольше установленной задержки срабатывания дискретного входа.
    3. Продолжительность посылки команд должна устанавливаться для каждой команды, в пределах 30 - 500 мс, с дискретностью 2 мс.
    4. Передача каждой команды должна осуществляться в течение установленной продолжительности посылки команд, независимо от состояния входа инициализации.
    5. Для каждой команды должна быть предусмотрена возможность передачи в следящем режиме, то есть в течении времени подачи напряжения на управляющий вход. Выбор варианта передачи и продолжительности посылки команд должны производиться программными средствами.
    6. Входные цепи команд должны быть гальванически изолированы между собой и от корпуса. Максимально допустимое внутреннее сопротивление входной цепи должно быть не более 60 кОм.
    7. Фиксация приема команды должна происходить только при приеме сигнала команды в отсутствие контрольного сигнала, и только в интервале времени 200 мс после пропадания контрольного сигнала. По истечении указанного времени прием команды блокируется. Следующий прием команды возможен только после возобновления приема контрольного сигнала.
    8. При фиксации приема каждой из команд, должны замыкаться две соответствующие выходные цепи, изолированные от корпуса и между собой. Максимальное коммутируемое напряжение реле должно составлять 220 В постоянного напряжения. Максимально допустимый ток контактов реле должен составлять 2 А, максимально коммутируемый ток нагрузки должен составлять 0,25 А при 220 В при индуктивной нагрузке и 2 А при 30 В.
    9. В целях повышения помехоустойчивости, в приемнике должна быть обеспечена возможность введения задержки на фиксацию приема командыпрограммными средствами (на срабатывание выходных элементов команд) в пределах от 0 до 5 мс с дискретностью 1 мс. По умолчанию устанавливается задержка 0 мс.
    10. В приемнике должна обеспечиваться возможность введения задержки на возврат замкнутых выходных цепей (запоминания принятых команд) на время от 0 до 1000 мс с дискретностью 10 мс. Задержка на возврат должна вводиться программными средствами раздельно для каждой команды. Время задержки должно отсчитываться от момента окончания приема команды. По умолчанию устанавливается время задержки 100 мс.
    11. Для перевода приемника в нормальный режим работы должен быть предусмотрен внешний вход с возможностью выбора управляющего напряжения: 24, 110, 220 В.
    12. Для сброса светодиодной индикации переданных и принятых команд должен быть предусмотрен внешний вход с возможностью выбора управляющего напряжения: 24, 110, 220 В.
    13. При одновременном возникновении команд, они должны передаваться в порядке приоритета, поочередно, начиная от меньших номеров к большим.
    14. Команды могут быть разделены на группы класса А и класса Б.
    15. В случае возникновения новой команды более высокого приоритета класса А во время передачи текущей команды (А или Б):
* текущая передача должна быть прервана и передана данная приоритетная команда; после этого прерванная команда должна быть передана заново;
* в случае если новая команда имеет более низкий приоритет, чем передаваемая, текущая передача должна быть завершена, а затем передана новая команда. Стирание команды из памяти в передатчике должно производиться только после ее передачи в течение установленной продолжительности.
  + 1. Для команд класса Б:
* в случае одновременного возникновения они должны передаваться поочередно в порядке приоритета, начиная от меньших порядковых номеров команд к большим;
* в случае возникновения во время передачи текущей команды новой команды более высокого приоритета, последняя передается после завершения передачи текущей команды.
  + 1. Время передачи команды с момента поступления напряжения на управляющий вход передатчика до замыкания соответствующей выходной цепи приемника (при выведенной задержке на срабатывание в передатчике и приемнике) не должно превышать:
* 25 мс в режиме передачи двухчастотным параллельным кодом;
* 28 мс в режиме передачи одночастотным кодом.
  + 1. Диапазон рабочих частот приемопередатчика должен составлять от 20 до 1000 кГц. Нижняя граничная частота номинальной полосы частот канала должна выбираться в соответствии с формулой fн.гр = (20 + 4n), где n – целое число от 0 до 244.
    2. Ширина полосы частот канала передачи команд в одном направлении должна составлять 2 кГц, по одному кГц вправо и влево от средней частоты канала f0 (несущей). Номинальная полоса частот двух стороннего (дуплексного) канала передачи команд при этом должна составлять 4 кГц и должна состоять из смежных полос передачи и приема, по 2 кГц каждая.
    3. Для передачи сигналов данных (телемеханики со скоростью свыше 200 бод или межмашинного обмена со скоростью до 9600 бит/с), должна выделяться одна дополнительная полоса частот для канала данных, с шириной 2 кГц, в каждом направлении. Она должна быть расположена встык к полосе передачи команд в своем направлении. Номинальная полоса частот двух стороннего (дуплексного) канала передачи, включающего передачу команд, телемеханики (данных), при этом, должна составлять 8 кГц и должна состоять из смежных полос передачи и приема в каждом направлении, по 4 кГц каждая.
    4. Речевая связь может осуществляться только в период наладки, двумя способами:
* при выведенном канале передачи данных – в полосе частот передачи данных (дополнительной полосе частот);
* при выведенном канале передачи команд – в полосе частот передачи команд.

При этом спектр эффективно передаваемых частот должен быть в пределах от 300 до 1900 кГц.

* + 1. Для организации ВЧ канала должны использоваться два приемопередатчика, которым должны быть присвоены номера 1 и 2.

Каждый приемопередатчик должен состоять из передатчика (с полосой передачи 2 кГц) и приемника (с полосой приема также 2 кГц). При этом полосы передачи и приема должны располагаться смежно, встык, симметрично разделительной частоты fр, без охранной полосы частот.

Полосе передачи или приема, расположенной ниже разделительной частоты fр, присваивается наименование «А», полосе, расположенной выше – «В».

Первый приемопередатчик имеет полосу передачи «А», полосу приема – «В». Второй приемопередатчик, наоборот, имеет полосу передачи «В», а полосу приема – «А».

Таким образом, полоса передачи «А» первого приемопередатчика с несущей f0(А) должна соответствовать полосе приема «А» второго приемопередатчика, а полоса передачи «В» второго приемопередатчика с несущей f0(В) – полосе приема «В» первого приемопередатчика.

Спектр частот полосы передачи «А» первого приемопередатчика при переносе на несущую частоту f0(A) не инвертируется, а спектр полосы передачи «В» второго приемопередатчика при переносе на f0(B) – инвертируется относительно f0(B).

* + 1. Нижняя и верхняя граничные частоты полос передачи для первого и второго приемопередатчиков (соответственно fнгр(А) иfнгр(В)), а также разделительная частота полос передачи и приема fр должны определяться по формулам следующим образом:
    - для первого приемопередатчика, нижняя граничная частота полосы передачи fнгр(А), кГц:

|  |  |
| --- | --- |
| fнгр(А) = (20 + 4n), | (1) |

* + - для первого приемопередатчика верхняя граничная частота полосы передачи

fвгр(А), кГцсовпадает с разделительной частотой канала fр,:

|  |  |
| --- | --- |
| fвгр(А) = fр = (22 + 4n), | (2) |

* + - для второго приемопередатчика нижняя граничная частота полосы передачи

fнгр(В), кГц совпадает с разделительной частотой канала fр,:

|  |  |
| --- | --- |
| fнгр(В) = fр = (22 + 4n), | (3) |

* + - для второго приемопередатчика верхняя граничная частота полосы передачи fвгр(В) , кГц:

|  |  |
| --- | --- |
| fвгр(В) = (24 + 2n), | (4) |

где n – целое число от 0 до 244.

* + 1. Средние (несущие) частоты передачи для первого и второго приемопередатчиков должны определяться по формулам:
* для первого приемопередатчика несущая f0(А), кГц

|  |  |
| --- | --- |
| f0(А) = fнгр(А) + 1, | (5) |

* для второго приемопередатчика несущая f0(В), кГц

|  |  |
| --- | --- |
| f0(В) = fвгр(В) – 1. | (6) |

* + 1. Кодирование передаваемых команд должно выполняться либо одночастотным кодом, либо двухчастотным параллельным кодом:
* при одночастотном кодировании контрольному сигналу и каждой ***i***-й передаваемой команде ставится в соответствие определенная частота (или сдвиг частоты относительно разделительной частоты ***fр***), в пределах полосы частот канала передачи, в соответствии с таблицей 1.5.2;
* при двухчастотном параллельном кодировании в пределах полосы частот канала передачи задаются два поддиапазона частот (путем задания сдвига частоты относительно разделительной частоты ***fр***), включающие каждый ***n*** частот, расположенных с шагом ***∆f*** в каждом поддиапазоне, при этом каждой ***i***-й передаваемой команде ставится в соответствие комбинация из двух частот, передаваемых одновременно, одна из которых принадлежит первому поддиапазону, а другая – второму поддиапазону, в соответствии с таблицей 1.5.3.

Таблица 1.5.2 - Кодирующие частоты контрольного сигнала, команд, телемеханики при одночастотном кодировании

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование передаваемого сигнала | Сдвиг частоты относительно разделительной частоты fр, Гц |
| Команда с номером ***i, i =***{1..32} (fi) | ±(1200 + 31,25\*(24 - ***i***)) |
| Контрольный сигнал 1 (fКС1) | ±700 |
| Контрольный сигнал 2 (телемеханика) (fКС2) | ±450 |
| Контрольный сигнал 3 (синхр. времени) (fКС3) | ±575 |
| Примечания  1 «+» соответствует сдвигу частоты относительно разделительной частоты fр в верхней полосе передачи (полоса В),  2 «-» соответствует сдвигу частоты относительно разделительной частоты fр в нижней полосе передачи (полоса А). | |

Таблица 1.5.3 - Кодирующие частоты контрольного сигнала, команд, телемеханики при двухчастотном кодировании, относительно fр,

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Частоты Fi** | **F7** | **F8** | **F9** | **F10** | **F11** | **F12** |
| **F1** | Тест. ком | 27 | 21 | 15 | - | - |
| **F2** | 32 | 26 | 20 | 14 | 9 | - |
| **F3** | 31 | 25 | 19 | 13 | 8 | 4 |
| **F4** | 30 | 24 | 18 | 12 | 7 | 3 |
| **F5** | 29 | 23 | 17 | 11 | 6 | 2 |
| **F6** | 28 | 22 | 16 | 10 | 5 | 1 |
| **±700 Гц** | Контрольный сигнал 1 (fКС1) | | | | | |
| **±450 Гц** | Контрольный сигнал 2 (телемеханика) (fКС2) | | | | | |
| **±575 Гц** | Контрольный сигнал 3 (синхронизация часов) (fКС3) | | | | | |
| Примечания  1 «+» соответствует сдвигу частоты относительно разделительной частоты fр в верхней полосе передачи (полоса В),  2 «-» соответствует сдвигу частоты относительно разделительной частоты fр в нижней полосе передачи (полоса А),  3 Fi (i=1..6) = ±(1200 + 15,625 \* (46 – i)), Гц  Fi (i=7..12) =±(1200 + 15,625 \* (25 – i)), Гц | | | | | | |

* + 1. Отклонение значений частот от их номинальных значений в нормальных условиях эксплуатации должно быть не более ±1 Гц. Отклонение значений частот в условиях эксплуатации должно быть не более 10 Гц при максимальной рабочей температуре. Отклонение значений частот при изменении напряжения электропитания в допустимых пределах от значений измеренных при номинальном напряжении питания, должно быть не более ±1 Гц.
    2. Мощность ВЧ сигнала команд на линейном выходе передатчика, при напряжении питания согласно п. 1.7.1 не должна отличаться от приведенной в таблице 1.5.4 более чем на ±0,5 дБм при номинальном сопротивлении нагрузки 75 Ом для несимметричного окончания или 150 Ом для симметричного окончания.

Таблица 1.5.4 - Номинальная мощность сигналов команд

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Диапазон рабочих частот, кГц | Мощность, Вт | Уровень, дБм |
| от 20 до 300 | 40 | 46 |
| от 300 до 600 | 31 | 45 |
| от 600 до 1000 | 20 | 43 |

При этом должна обеспечиваться возможность снижения уровня ВЧ сигнала передатчика на 6 дБ с шагом 1 дБ.

* + 1. Номинальная мощность контрольного сигнала в отсутствие команд должна быть на 12 дБ ниже номинальной мощности сигналов команд (таблица 1.5.4). При передаче команды мощность сигнала на выходе передатчика повышается до величины в соответствии с таблицей 1.5.4.
    2. Передача сигнала телемеханики со скоростью до 200 бод должна производиться путем сдвига частоты контрольного сигнала на величину ***∆fТМ***, находящуюся в пределах полосы передачи команд, с уровнем (мощностью) контрольного сигнала.
    3. Затухание несогласованности выхода/входа приемопередатчика относительно номинальных значений сопротивления 75 и 150 Ом должно быть не менее 12 дБ в полосах частот передачи и приема.
    4. Максимально допустимый уровень мощности спектра сигналов на выходе передатчика вне номинальной полосы частот при отстройке от 0 до 2 кГц, от 2 до 4 кГц, от 4 кГц и более должен составлять не более минус 14, минус 24, минус 34 дБм соответственно.
    5. Вносимое затухание каждого приемопередатчика для параллельно работающего канала должно быть :

в диапазоне частот от 20 до 600 кГц:

* на частоте ±8 кГц от края номинальной полосы не более 1,5 дБ;
* на частоте ±12 кГц от края номинальной полосы не более 1,0 дБ.

в диапазоне частот от 600 до 1000 кГц:

* на частоте ±12 кГц от края номинальной полосы не более 1,5 дБ;
* на частоте ±20 кГц от края номинальной полосы не более 1,0 дБ.
  + 1. Номинальное значение входного сопротивления приемника на ВЧ входе должно быть 75 Ом при несимметричном подключении и 150 Ом при симметричном подключении.
    2. Номинальная чувствительность приемника должна быть минус (28 ± 1) дБм.
    3. Уровень порога чувствительности приемника должен быть ниже (чувствительнее) уровня чувствительности не более чем на 2 дБм. Ее фактическое значение не должно отличаться от номинального более чем на 0,5 дБм при напряжении питания по 1.7.1.

Примечания

1 Чувствительностью приемниканазывается минимальное значение уровня сигнала на его ВЧ входе, при котором происходит устойчивый прием команд.

2Порогом чувствительности приемника называется значение уровня сигнала на его ВЧ входе, при котором начинается кратковременные неустойчивые срабатывания приемника команд.

* + 1. Регулировка чувствительности должна выполняться аппаратно и программно. Программная регулировка должна выполняться с шагом 1 дБ на величину до 20 дБ относительно чувствительности, установленной аппаратно.
    2. Неравномерность АЧХ линейного фильтра приемника должна составлять не более 1 дБ в полосе 4 кГц. Затухание линейного фильтра приемника при расстройках ±20 кГц относительно средней частоты настройки должно быть не менее 15 дБ.
    3. Приемник команд и КС должен быть построен по системе ШОУ. Отношение ширины полосы пропускания широкополосного фильтра к ширине полосы пропускания узкополосного фильтра должно быть не менее 16.
    4. Приемник должен работать с выполнением всех его функций и регламентируемых параметров при одновременной работе своего передатчика с максимальной выходной мощностью, при уровне принимаемых сигналов на 1 дБ выше уровня чувствительности и переходном затухании дифсистемы между передатчиком и приемником, не превышающим 7 дБ.
    5. Приемник должен работать с выполнением всех его функций и регламентируемых параметров при уровне принимаемых сигналов на ВЧ входе на 1 дБ выше уровня чувствительности и при воздействии мешающего синусоидального сигнала Pмеш вне номинальной полосы частот. Допустимые уровни мешающего сигнала в зависимости от расстройки Δf относительно края номинальной полосы частот приемника указаны в таблице 1.5.5.

Таблица 1.5.5 - Допустимые уровни мешающего сигнала

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Величины | Значения | | | | |
| Δf, кГц | 0,1 | 2 | 4 | 6 | 8 и более |
| Pмеш, дБм | 15 | 46 | 46 | 46 | 46 |

* + 1. Приемник должен работать с выполнением всех его функций и регламентируемых параметров при уровне принимаемых сигналов на ВЧ входе на 1 дБ выше уровня чувствительности и при воздействии мешающего синусоидального сигнала с частотой, располагающейся в пределах полосы частот приема, с уровнем на 10 дБ ниже уровня чувствительности приемника.
    2. Вероятность приема ложной команды при пропадании КС и одновременном возникновении на ВЧ входе приемника широкополосной флуктуационной помехи с уровнем в полосе частот 4 кГц, превышающем уровень чувствительности приемника команд на (6 – 35) дБ, должна быть не более 10-6 за период времени 200 мс.
    3. Вероятность пропуска команды и увеличения времени передачи команды сверх значения 32 мс должна быть не более 10-4 при скачкообразном увеличении затухания ВЧ тракта на 22 дБ и воздействии на ВЧ вход приемника помех типа белого шума с соотношением сигнал/помеха 6 дБ. Уровень помех должен определяться в полосе 4 кГц, а уровень сигнала - при увеличенном затухании ВЧ тракта.

## Требования к передаче и приему команд в режиме функционирования IEC 61850-8-1

* + 1. Вероятность пропуска команды и увеличения времени передачи команды сверх значения 32 мс должна быть не более 10-4 при скачкообразном увеличении затухания ВЧ тракта на 22 дБ и воздействии на ВЧ вход приемника помех типа белого шума с соотношением сигнал/помеха 6 дБ. Уровень помех должен определяться в полосе 4 кГц, а уровень сигнала - при увеличенном затухании ВЧ тракта.
    2. Управление передачей каждой из команд должно осуществляться приемом соответствующего GOOSE сообщения от клиентов сети, организованной в соответствии с таблицей 1.6.1, а при фиксации приема команды, в данную сеть должно быть сгенерировано соответствующее GOOSE сообщение. В GOOSE сообщении должны передаваться значения атрибутов данных.
    3. В передатчике должно быть предусмотрено запоминание управляющего GOOSE сообщения, передача каждой команды должна осуществляться в течение заданного интервала времени, независимо от состояния входа инициализации.

Таблица 1.6.1 - Общие параметры сети

|  |  |
| --- | --- |
| Описание | Значение |
| Максимальное количество клиентов, которые могут одновременно установить двунаправленное соединение | 20 |
| Время определения разрыва соединения | 20 секунд |
| Среднее время перехода в состояние готовности для приема входящего соединения после подачи питания | 60 секунд |
| Элементы входящего GOOSE сообщения, используемые для проверки правильности и приема значений | length  source MAC address  destination MAC address  (01:0C:CD:01:xx:xx)  Ethertype 0x88B8  appid  timeAllowedtoLive  datSet  goID  stNum  sqNum  numDatSetEntries |
| Поведение подписчика при некорректной конфигурации издателя GOOSE | Подписчик сохраняет значение GoEna = FALSE |
| В какой момент GOOSE маркируется как утерянный | Очередное сообщение не пришло до истечения TAL |
| Поведение подписчика, когда GOOSE сообщения отсутствуют либо некорректны | Сообщение игнорируется |
| Поведение подписчика по приходу GOOSE сообщения с нарушением порядка следования | Сообщение принимается. Специальный тег Missed увеличивается на 1. |

Продолжение таблицы 1.6.1

|  |  |
| --- | --- |
| Описание | Значение |
| Поведение подписчика по приходу дублированного GOOSE сообщения | Сообщение принимается. Специальный тег Missed увеличивается на 1. |
| Обработка сообщений подписчиком  с тегом VLAN  без тега VLAN | Сообщения обрабатываются  Сообщения обрабатываются |
| Содержание Data Set в GOOSE:  Структурные объекты  Атрибуты данных  Метки времени | Издатель/Подписчик  Да/Да  Да/Да  Да/Да |
| Максимальное время ретрансляции  Фиксировано или настраиваемое | 60000 мс  (TAL = 120000 мс)  Настраиваемое в пределах от 1 до 60000 мс. |
| Минимальное время ретрансляции. Фиксировано или настраиваемое | 1 мс (TAL = 2 мс)  Настраиваемое в пределах от 1 до 60000 мс  Реально достижимое минимальное время ретрансляции выбирается исходя из конфигурации оборудования и сети. |
| Возможно ли включение/отключение издателя с помощью GoEna | Нет |
| Интерпретация сообщений на стороне подписчика | Объекты данных, полученные в сообщении без метки времени и атрибута качества игнорируются. |

* + 1. В дополнение к 1.6.1, должна сохраняться возможность контактного управления передачей команды подачей внешнего управляющего напряжения, по схеме логическое ИЛИ.
    2. Приоритетность передачи команд должна обеспечиваться в соответствии с 1.5.17-1.5.20;
    3. При потере сети должна включаться предупредительная сигнализация.
    4. События сети, связанные с передачей и приемом GOOSE сообщений (команд), а также потерей и восстановлением сети, должны фиксироваться в журнале событий (1.4.3).
    5. Приемопередатчик должен иметь два коннектора для подключения к сети, расположенных на задней панели.
    6. Физический интерфейс (окончание) должен соответствовать требованиям, предъявляемым к сети Ethernet 100 Mbit.

## Требования к электропитанию

* + 1. Приемопередатчик должен быть рассчитан на электропитание от источника постоянного тока с напряжением 220 В (при специальной поставке 110 В). Допустимые отклонения источника питания должны быть не более минус 20 плюс 10 %.
    2. Мощность, потребляемая приемопередатчиком, должна составлять:
* не более 120 Вт, при напряжении питания 220 В;
* не более 150 Вт, при напряжении питания 110 В.
  + 1. Приемопередатчик должен выдерживать без повреждений, ложных действий и перезагрузки (критерий качества функционирования «А»):
* провалы напряжения электропитания до 30 % с длительностью 1 с, и до 60 % с длительностью до 0,5 с по ГОСТ Р 51317.6.5.
* прерывания напряжения электропитания с длительностью 0,5 с по ГОСТ Р 51317.6.5.
* пульсации напряжения электропитания до 10 % частотой 50 Гц по ГОСТ Р 51317.4.17 (МЭК61000-4-17), степень жесткости 3
  + 1. Приемопередатчик должен выдерживать без повреждений и ложных действий:
* выключение и включение электропитания;
* медленное (более 10 с) изменение электропитания от номинального значения до нуля и от нуля до номинального значения.

После указанных изменений напряжения электропитания приемопередатчик должен автоматически восстанавливать работоспособность.

* + 1. Время, прошедшее от момента включения приемопередатчика до начала выполнения всех функций (с учетом загрузки ПО и проведения процедуры самодиагностики) должно быть не более 30 с.
    2. Приемопередатчик должен выдерживать без повреждений включение электропитания с обратной полярностью.

## Требования к электромагнитной совместимости

* + 1. Приемопередатчик должен выдерживать перечисленные ниже испытания на электромагнитную совместимость, соответствующие требованиям ГОСТ Р 51317.6.5, без повреждений, возникновения ложных команд, ложной сигнализации. В процессе испытаний должен выполняться критерий качества функционирования А комплекса из двух приемопередатчиков.
    2. Все порты приемопередатчика условно разделяются на группы. Наименования групп и причисленные к ним порты указаны в таблице 1.8.1. Требования к испытаниям указаны для каждой группы портов.

Таблица 1.8.1 - Группы портов приемопередатчика

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование группы | Блок | Маркировка | Назначение цепи |
| Порты электропитания постоянного тока | Фильтр питания (ФП-01) | +БАТ | Плюс батареи |
| -БАТ | Минус батареи |
| ВЧ вход/выход | Блок ВЧ УФСР | Лин1, | ВЧ окончание |
| Общ |
| Сигнальные порты | Клеммы внешних подключений на блоке КВП | Авария | Общая аварийная сигнализация |
| Предупр | Предупредительная сигнализация |
| Ком ПРД | Сигнализация передачи команд |
| Ком ПРМ | Сигнализация приема команд |
| Пуск ПРМ | Перевод приемника команд в нормальный режим работы |
| Сброс инд | Сброс светодиодной индикации переданных и принятых команд |
| Упр. ТМ | Вход управления телемеханики |

### 

Продолжение таблицы 1.8.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование группы | Блок | Маркировка | Назначение цепи |
| Сигнальные порты | Клеммы приемника на блоке КПРМ или КСК1 | ±(1÷32) | Выходы команд |
| Клеммы передатчика на блоке КПРД или КСК1 | ±(1÷32) | Входы команд |
| Низковольтные порты | Клеммы внешних подключений на блоке КВП | ± Rx TM | Интерфейс RS-422, для приема сигналов телемеханики |
| ± Tx TM | Интерфейс RS-422, для передачи сигналов телемеханики |
| ±Лок сеть | Интерфейс RS-485, для связи с АСУТП |
| ± Rx ЦП | Интерфейс RS-422, для приема сигналов цифрового переприема |
| ± Tx ЦП | Интерфейс RS-422, для передачи сигналов цифрового переприема |
| Ethernet1/2 | для связи с АСУ ТП  для связи с сетью IEC 61850-8-1 |
| Локальный интерфейс | Панель индикации (ПИ) | RS-232 | Интерфейс для связи с ПК |
| Порт корпуса | Корпус |  |  |
| Порт функционального заземления | Блок питания 2 |  |  |
| Примечание - в варианте исполнения до восьми команд включительно устанавливается универсальный блок с клеммами приема и передачи команд КСК, в варианте исполнения более восьми команд устанавливаются раздельные блоки клемм передачи команд КПРД и приема команд КПРМ | | | |

* + 1. Приемопередатчик должен выдерживать (критерий качества функционирования «А») воздействия на цепи **электропитания постоянного тока** следующих видов помех:

микросекундных импульсных помех большой энергии (1/50 – 6,4/16 мкс),

* по схеме «провод-провод» - 2 кВ (степень жесткости 3),
* по схеме «провод-земля» - 4 кВ (степень жесткости 4),

по ГОСТ Р 51317.4.5 (МЭК 61000-4-5)

повторяющихся колебательных затухающих помех,

* по схеме «провод-провод» - 1 кВ (степень жесткости 3),
* по схеме «провод-земля» - 2.5 кВ (степень жесткости 3),

по ГОСТ Р 51317.4.12 (МЭК 61000-4-12)

одиночных колебательных затухающих помех,

* по схеме «провод-провод» - 2 кВ (степень жесткости 4),
* по схеме «провод-земля» - 4 кВ (степень жесткости 4),

по ГОСТ Р 51317.4.12 (МЭК 61000-4-12)

наносекундных импульсных помех,

* по схеме «провод-земля» - 4 кВ (степень жесткости 4),

по ГОСТ Р 51317.4.4 (МЭК 61000-4-4)

кондуктивных помех в полосе частот (0 – 150) кГц,

* амплитудой испытательного напряжения 30 В (длительное) и 300 В (1 с), степень жесткости 4

по ГОСТ Р 51317.4.16

кондуктивных помех в полосе частот (0,15 – 80) МГц,

* амплитудой испытательного напряжения 10 В, степень жесткости 3

по ГОСТ Р 51317.4.6

* + 1. Приемопередатчик должен выдерживать (критерий качества функционирования «А») воздействия на цепь **ВЧ входа/выхода** следующих видов помех:

микросекундных импульсных помех большой энергии (1/50 – 6,4/16 мкс),

* по схеме «провод-провод» - 2 кВ (степень жесткости 3),
* по схеме «провод-земля» - 4 кВ (степень жесткости 4),

по ГОСТ Р 51317.4.5 (МЭК 61000-4-5)

повторяющихся колебательных затухающих помех,

* по схеме «провод-провод» - 1 кВ (степень жесткости 3),
* по схеме «провод-земля» - 2,5 кВ (степень жесткости 3),

по ГОСТ Р 51317.4.12 (МЭК 61000-4-12)

одиночных колебательных затухающих помех,

* по схеме «провод-провод» - 2 кВ (степень жесткости 4),
* по схеме «провод-земля» - 4 кВ (степень жесткости 4),

по ГОСТ Р 51317.4.12 (МЭК 61000-4-12) наносекундных импульсных помех,

* по схеме «провод-земля» - 4 кВ (степень жесткости Х),

по ГОСТ Р 51317.4.4 (МЭК 61000-4-4)

кондуктивных помех в полосе частот (0 – 150) кГц,

* амплитудой испытательного напряжения 30 В (длительное) и 300 В (1 с), степень жесткости 4

по ГОСТ Р 51317.4.16

кондуктивных помех в полосе частот (0,15 – 80) МГц,

* амплитудой испытательного напряжения 10 В, степень жесткости 3

по ГОСТ Р 51317.4.6

* + 1. Приемопередатчик должен выдерживать (критерий качества функционирования «А») воздействия на **сигнальные порты** следующих видов помех:

микросекундных импульсных помех большой энергии (1/50 – 6,4/16 мкс),

* по схеме «провод-провод» - 1 кВ (степень жесткости 2),
* по схеме «провод-земля» - 2 кВ (степень жесткости 3),

по ГОСТ Р 51317.4.5 (МЭК 61000-4-5)

повторяющихся колебательных затухающих помех,

* по схеме «провод-провод» - 0,5 кВ (степень жесткости 2),
* по схеме «провод-земля» - 1 кВ (степень жесткости 2),

по ГОСТ Р 51317.4.12 (МЭК 61000-4-12)

одиночных колебательных затухающих помех,

* по схеме «провод-провод» - 1 кВ (степень жесткости 4),
* по схеме «провод-земля» - 2 кВ (степень жесткости 4),

по ГОСТ Р 51317.4.12 (МЭК 61000-4-12)

наносекундных импульсных помех,

* по схеме «провод-земля» - 2 кВ (степень жесткости 3),

по ГОСТ Р 51317.4.4 (МЭК 61000-4-4)

кондуктивных помех в полосе частот (0 – 150) кГц,

* амплитудой испытательного напряжения 30 В (длительное) и 300 В (1 с), степень жесткости 4

по ГОСТ Р 51317.4.16

кондуктивных помех в полосе частот (0,15 – 80) МГц,

* амплитудой испытательного напряжения 10 В, степень жесткости 3

по ГОСТ Р 51317.4.6

* + 1. Приемопередатчик должен выдерживать (критерий качества функционирования «А») воздействия на **низковольтные порты** следующих видов помех:

микросекундных импульсных помех большой энергии (1/50 – 6,4/16 мкс),

* по схеме «провод-провод» - 0,5 кВ (степень жесткости 1),
* по схеме «провод-земля» - 1 кВ (степень жесткости 2),

по ГОСТ Р 51317.4.5 (МЭК 61000-4-5)

повторяющихся колебательных затухающих помех,

* по схеме «провод-провод» - 0,5 кВ (степень жесткости 2),
* по схеме «провод-земля» - 1 кВ (степень жесткости 2),

по ГОСТ Р 51317.4.12 (МЭК 61000-4-12)

одиночных колебательных затухающих помех,

* по схеме «провод-провод» - 0,5 кВ (степень жесткости 2),
* по схеме «провод-земля» - 1 кВ (степень жесткости 2),

по ГОСТ Р 51317.4.12 (МЭК 61000-4-12)

наносекундных импульсных помех,

* по схеме «провод-земля» - 1 кВ (степень жесткости 2),

по ГОСТ Р 51317.4.4 (МЭК 61000-4-4)

кондуктивных помех в полосе частот (0,15 – 80) МГц,

* амплитудой испытательного напряжения 10 В, степень жесткости 3

по ГОСТ Р 51317.4.6

* + 1. Приемопередатчик должен выдерживать (критерий качества функционирования «Б») воздействия на цепь **локального интерфейса** (RS-232 на передней панели) **микросекундных импульсных помех большой энергии** (1/50 – 6,4/16 мкс):
* по схеме «провод-провод»- 0,5 кВ (степень жесткости 1),
* по схеме «провод-земля» - 1 кВ (степень жесткости 2),

в соответствии с ГОСТ Р 51317.4.5 (МЭК 61000-4-5)

* + 1. Приемопередатчик должен выдерживать (критерий качества функционирования «А») воздействие на **корпус** следующих видов помех:

магнитного поля промышленной частоты напряженностью:

* 100 А/м (непрерывное), степень жесткости 5
* 1000 А/м (кратковременное, до 3 с), степень жесткости 5

по ГОСТ Р 50648 (МЭК 1000-4-8)

радиочастотного электромагнитного поля напряженностью:

* 10 В/м в полосе частот (80 - 1000) МГц, степень жесткости 3

по ГОСТ Р 51317.4.3 (МЭК 61000-4-3)

электростатического разряда с напряжением импульсного разрядного тока:

* ±8 кВ при контактном разряде, степень жесткости 4
* ±15 кВ при воздушном разряде, степень жесткости 4

по ГОСТ Р 51317.4.2 (МЭК 61000-4-2)

импульсного магнитного поля напряженностью:

* 1000 А/м, степень жесткости 5

по ГОСТ Р 50649 (МЭК 1000-4-9)

колебательного затухающего магнитного поля напряженностью:

* 100 А/м (100 кГц, 1 МГц), степень жесткости 5

по ГОСТ Р 50652 (МЭК 1000-4-10)

* + 1. Приемопередатчик должен выдерживать (критерий качества функционирования «А») воздействие на **порт защитного заземления** следующих видов помех:

наносекундных импульсных помех

* 4 кВ, степень жесткости 4

по ГОСТ Р 51317.4.4 (МЭК 61000-4-4)

кондуктивных помех, наведенные радиочастотными электромагнитными полями в полосе частот (0,15 - 80) МГц

* амплитудой 10В, степень жесткости 3

по ГОСТ Р 51317.4.6

токов микросекундных импульсных помех в цепи защитного заземления

* амплитуда импульса тока на короткозамкнутом входе испытательного генератора 200А, степень жесткости 4

по ГОСТ Р 50746

токов кратковременных синусоидальных помех частотой 50 Гц в цепи защитного заземления

* амплитуда посылок тока на короткозамкнутом входе испытательного генератора 200 А, степень жесткости 4

по ГОСТ Р 50746

* + 1. Напряженность электромагнитного поля **индустриальных радиопомех**, создаваемая приемопередатчиком, должна быть не больше (на расстоянии 10 м):
* 40 дБ (мкВ/м), в полосе частот (30 – 230) МГц;
* 47 дБ (мкВ/м), в полосе частот (230 – 1 000) МГц;

по ГОСТ Р 51318.22 (СИСПР 22)

* + 1. Напряжение **индустриальных радиопомех**, создаваемых приемопередатчиком, должно быть не больше:
* 79 дБ (мкВ), в полосе частот (0,15 – 0,5) МГц;
* 73 дБ (мкВ), в полосе частот (0,5 – 30) МГц;

по ГОСТ Р 51318.22 (СИСПР 22)

## Требования к совместимости с другими ВЧ устройствами

Под совместимостью с другими ВЧ устройствами понимается способность приемопередатчика АВАНТ К400 работать в симплексном режиме, т.е. принимать (или передавать) КС и команды, передаваемые (или принимаемые) другими аналогичными ВЧ устройствами (передатчиками или приемниками), в том числе передатчиками и приемниками других производителей.

* + 1. Должна быть предусмотрена возможность организации ВЧ каналов для передачи контрольного сигнала и команд РЗ и ПА, совместно со следующими устройствами и их модификациями:
* АНКА-АВПА (АКПА), одночастотным кодированием, с установкой частот контрольного сигнала и команд в соответствии с таблицей 1.9.1, с возможностью передачи сигналов телемеханики;
* АКА КЕДР, одночастотным кодированием, с установкой частот контрольного сигнала и команд в соответствии с таблицей 1.9.2;
* ВЧТО, одночастотным кодированием, с установкой частот контрольного сигнала и команд в соответствии с таблицей 1.9.3;
* УПК-Ц, двухчастотным параллельным кодированием, с установкой частот контрольного сигнала и команд в соответствии с таблицей 1.9.4, с возможностью передачи сигналов телемеханики.
  + 1. При совместной работе с другими устройствами в одном ВЧ канале, приемопередатчик АВАНТ К400 становится либо только передатчиком команд, либо только приемником, при этом полоса частот 4 кГц используется только для передачи (в режиме передатчика) или только для приема (в режиме приемника).
    2. Преобразование на несущую частоту ВЧ канала может производиться с инверсией спектра и без инверсии спектра, с дискретностью 1 кГц, в зависимости от направления положения спектра частот устройства, с которым производится совместная работа в ВЧ канале. По умолчанию значения частот отсчитываются:
* для АНКА-АВПА(АКПА), АКА КЕДР, ВЧТО - от нижней границы номинальной полосы ВЧ канала,
* для УПК-Ц – от верхней границы номинальной полосы ВЧ канала.

Таблица 1.9.1 - Частоты команд и контрольного сигнала в режиме совместимости с «АНКА-АВПА (АКПА), относительно нижней границы номинальной полосы ВЧ канала».

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование передаваемого сигнала | Значение частоты, Гц |
| Команда 1 | 1380 |
| Команда 2 | 1500 |
| Команда 3 | 1620 |
| Команда 4 | 1740 |
| Команда 5 | 1860 |
| Команда 6 | 1980 |
| Команда 7 | 2100 |
| Команда 8 | 2200 |
| Команда 9 | 2340 |
| Команда 10 | 2460 |
| Команда 11 | 2580 |
| Команда 12 | 2700 |
| Команда 13 | 2820 |
| Команда 14 | 2940 |
| Контрольная частота 1 (fКС1) | 3060 |
| Контрольная частота 2\*(fКС2) | 3180 |
| Примечание \* - Передача сигналов телемеханики осуществляется путем частотной манипуляции контрольных частот 1 и 2 | |

Таблица 1.9.2 - Частоты команд и контрольного сигнала в режиме совместимости с «АКА КЕДР», относительно нижней границы номинальной полосы ВЧ канала.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование передаваемого сигнала | Значение частоты, Гц | Наименование передаваемого сигнала | Значение частоты, Гц |
| Команда 1 | 1140 | Команда 17 | 1200 |
| Команда 2 | 1260 | Команда 18 | 1320 |
| Команда 3 | 1380 | Команда 19 | 1440 |
| Команда 4 | 1500 | Команда 20 | 1560 |
| Команда 5 | 1620 | Команда 21 | 1680 |
| Команда 6 | 1740 | Команда 22 | 1800 |
| Команда 7 | 1860 | Команда 23 | 1920 |
| Команда 8 | 1980 | Команда 24 | 2040 |
| Команда 9 | 2100 | Команда 25 | 2160 |
| Команда 10 | 2220 | Команда 26 | 2280 |
| Команда 11 | 2340 | Команда 27 | 2400 |
| Команда 12 | 2460 | Команда 28 | 2520 |
| Команда 13 | 2580 | Команда 29 | 2640 |
| Команда 14 | 2700 | Команда 30 | 2760 |
| Команда 15 | 2820 | (Команда 31)\* | - |
| Команда 16 | 2940 | Команда 32 | 2880 |
| Контрольная частота 1 | 3060 |  |  |
| Примечание \* - согласно документации на аппаратуру АКА КЕДР, передача и прием 31-й команды при одночастотном кодировании не производится | | | |

Таблица 1.9.3 - Частоты команд и контрольного сигнала в режиме совместимости с «ВЧТО», относительно нижней границы номинальной полосы ВЧ канала.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование передаваемого сигнала, при работе ВЧТО в диапазоне частот 40 - 200 кГц | Значение частоты, Гц | Наименование передаваемого сигнала, при работе ВЧТО в  диапазоне частот 201 - 500 кГц | Значение частоты, Гц |
| Команда 1 | 2500 | Команда 1 | 1500 |
| Команда 2 | 2400 | Команда 2 | 1600 |
| Команда 3 | 2300 | Команда 3 | 1700 |
| Команда 4 | 2200 | Команда 4 | 1800 |
| Команда 5 | 2100 | Команда 5 | 1900 |
| Контрольная частота | 2000 | Контрольная частота | 2000 |

Таблица 1.9.4 - Кодирующие частоты первой группы частот (по вертикали ) и второй группы частот (по горизонтали), для передачи команд, синхронизации часов, тестовых сигналов, а также частоты контрольного сигнала и телемеханики, в режиме совместимости с «УПК-Ц», относительно верхней границы номинальной полосы ВЧ канала.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Частота, Гц** | **1450** | **1500** | **1550** | **1600** | **1650** | **1700** | **1750** | **1800** | **1850** |
| **500** | 1 | - | 2 | - | 3 | - | 4 | - | - |
| **550** | - | 5 | - | 6 | - | 7 | - | 8 | - |
| **600** | 9 | - | 10 | - | 11 | - | 12 | - | - |
| **650** | - | 13 | - | 14 | - | 15 | - | 16 | - |
| **700** | 17 | - | 18 | - | 19 | - | 20 | - | - |
| **750** | - | - | - | 22 | - | 23 | - | 24 | - |
| **800** | 25 | - | 26 | - | 27 | Синхр. часов | 28 | - | - |
| **850** | - | 29 | - | 30 | - | 31 | - | 32 | - |
| **900** | - | - | 21 | - | - | - | - | - | Тест. Ком. |
| **2500/2600** | Телемеханика | | | | | | | | |
| **3650** | Контрольный сигнал | | | | | | | | |

## Требования к мониторингу, сигнализации, измерениям, управлению работой, тестированию

* + 1. Должен осуществляться постоянный мониторинг состояния системы, включающей приемопередатчики и канал связи между ними, в частности:
* мониторинг действия приемопередатчиков (передача и прием команд);
* мониторинг состояния каждого приемопередатчика в нормальном режиме;
* мониторинг состояния канала связи в нормальном режиме.
  + 1. Мониторинг действия приемопередатчика должен состоять в фиксации событий передачи и приема каждой из команд.
    2. Мониторинг состояния приемопередатчика включает факт приема контрольного сигнала, а также периодический контроль функционирования микропроцессорной системы и функциональных узлов передатчика и приемника.
    3. При мониторинге состояния системы, состоящей из ВЧ приемопередатчиков, и ВЧ канала связи между ними, должны дополнительно производиться:
* непрерывный контроль уровня ВЧ выхода передатчика с измерением уровня выходного сигнала;
* фиксация снижения уровня выхода передатчика относительно установленного значения на величину 3 дБ;
* непрерывный контроль запаса по затуханию по сигналу КС;
* фиксация отклонения величины запаса по КС от заданного значения;
* непрерывный контроль уровня помех на входе приемника;

При этом величины измеряемых параметров и сигналов должны постоянно воспроизводиться на жидкокристаллическом дисплее.

* + 1. В результате фиксации изменений контролируемых параметров должна производиться сигнализация:
* предупредительная – при пропадании КС без приема команды свыше 200 мс, при снижении уровня ВЧ выхода передатчика, снижении уровня приема КС, превышения заданного уровня помех на входе приемника. Сигнализация должна производиться красным светодиодом, расположенным на передней панели. При этом должно срабатывать соответствующее реле, замыкающее нормально разомкнутые контакты цепи, выведенные на внешние зажимы;
* аварийная – при обнаружении внутренних неисправностей в приемопередатчике, при пропадании КС без приема команды свыше 5 с. Сигнализация должна производиться красным светодиодом, расположенным на передней панели. При этом должно возвращаться соответствующее реле и замыкаться нормально замкнутые контакты цепи, выведенные на внешние зажимы. При действии аварийной сигнализации должны быть заблокированы выходы приемника команд.
* действия – при передаче и приеме любой из команд. Сигнализация должна производиться красными светодиодами, отдельными для каждой команды. При этом должно срабатывать соответствующее реле и замыкаться нормально разомкнутые контакты цепи, выведенные на внешние зажимы.

Контакты всех упомянутых реле должны быть рассчитаны на коммутацию постоянного напряжения не менее 250 В при токе не менее 0,5 А.

* + 1. Сброс сигнализации должен производиться:
* предупредительной – автоматически после прекращения явления, вызвавшего сигнализацию;
* аварийной – вручную с помощью клавиатуры или дистанционно с противоположного приемопередатчика;
* действия – вручную с помощью клавиатуры, с помощью внешнего входа или дистанционно с противоположного приемопередатчика.

После сброса аварийной сигнализации должен быть произведен ввод приемника в действие с помощью клавиатуры, внешнего входа или дистанционно. Выбор способа сброса сигнализации выполняется программными средствами.

* + 1. С помощью клавиатуры, установленной на передней панели, должны выполняться следующие операции:
* сброс сигнализации;
* ввод в действие приемника команд.

Каждая операция, выполняемая с помощью клавиатуры, должна отражаться на жидкокристаллическом дисплее.

* + 1. Должна иметься возможность тестирования действия аппаратуры оператором с помощью внешнего ПК, по локальной сети или АСУ ТП, с пуском всех команд.

## Устойчивость к воздействию климатических факторов

* + 1. Приемопередатчик должен сохранять работоспособность при нормальных условиях эксплуатации:
* температура от плюс 1 до плюс 45 °С;
* относительная влажность от 40 до 80 %.
  + 1. Допускается кратковременная эксплуатация при следующих условиях:
    - относительная влажность не более 95 % при температуре 20 °С не более 24 часов в месяц;
    - температура до плюс 55 °С не более 24 часов в месяц.

В этом случае допускаемые отклонения от номинальных значений параметров приведены в таблице 1.11.1

Таблица 1.11.1 – Допустимые отклонения параметров

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование параметра | Допускаемые отклонения |
| 1 | Номинальная мощность сигналов на ВЧ выходе, дБ | ±2 |
| 2 | Частота передачи сигналов на ВЧ выходе, Гц | ±2 |
| 3 | Чувствительности приемника команд, дБ | ±2 |
| 4 | Сопротивление изоляции цепей питания, сигнализации, входных и выходных цепей, по отношению к корпусу (п.2.5), не более, % | ±10 |

* + 1. Приемопередатчик должен быть защищен от проникновения металлических предметов к элементам, находящимся под напряжением. Степень защиты корпуса должна быть не хуже IP20 по ГОСТ 14254.

## Устойчивость к механическим воздействиям

Приемопередатчик по устойчивости к механическим воздействиям должен удовлетворять требованиям к группе М40 по ГОСТ 17516.1, выдерживая при этом следующие воздействия:

* синусоидальная вибрация в диапазоне частот от 0,5 до 100 Гц с максимальной амплитудой ускорения 0,25 g;
* пиковые ударные ускорения 3,0 g при длительности воздействия от 2 до 20 мс.

При этом во время воздействия синусоидальной вибрации и после воздействия одиночных ударов допустимые отклонения номинальных значений параметров приемопередатчика должны удовлетворять требованиям таблицы 1.12.1.

Таблица 1.12.1 - Допустимые отклонения параметров

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование параметра | Допустимые отклонения | Методы проверки |
| 1 | Номинальная мощность сигналов на ВЧ выходе, дБ | ± 0,5 | 5.3.2 |
| 2 | Частота передачи сигналов на ВЧ выходе, Гц | ± 0,5 | 5.3.1 |
| 3 | Чувствительности приемника команд, дБ | ± 0,5 | 5.3.7 |
| 4 | Сопротивление изоляции цепей питания, сигнализации, входных и выходных цепей, по отношению к корпусу (2.5), не более % | ± 10 | 5.6.2 |

## Требования к комплектующим изделиям и материалам

* + 1. Гарантийный срок хранения комплектующих перед их установкой в приемопередатчик не должен быть использован более чем на половину.
    2. Комплектующие изделия и материалы, применяемые для изготовления приемопередатчика должны иметь сертификат качества (этикетка, паспорт или иной документ, где заверяется соответствие изделия или материала техническим условиям или стандарту на изготовление).

## Требования к надежности

* + 1. Приемопередатчик должен удовлетворять следующим требованиям надежности:
* среднее время наработки на отказ 100 000 часов;
* средний срок службы – 20 лет;
* среднее время восстановления приемопередатчика при использовании ЗИП – не более 30 мин.

## Требования к комплектности, маркировке, упаковке

* + 1. Комплектность

Комплектность поставки приемопередатчика должна соответствовать таблице 1.15.1.

Таблица 1.15.1 – Комплектность поставки

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование | Обозначение | Количество, шт |
| 1 | Приемопередатчик  АВАНТ К400-XYZ(е)(х) | ПБКМ.424325.005-0N | 1 |
| 2 | Фильтр питания ФП-01 | ПБКМ.426477.002 | 1 |
| 3 | ВЧ устройство фильтрации, согласования и развязки  ВЧ УФСР | ПБКМ.671142.001 | 1 |
| 4 | Крепежный комплект в стойку 19” |  | 1 |
| 5 | Вставка плавкая (3А) |  | 2 |
| 6 | Плата удлинитель 6U | ПБКМ.426476.001 | 1 |
| 7 | Паспорт | ПБКМ.424325.005 ПС | 1 |
| 8 | Руководство по эксплуатации, часть первая | ПБКМ.424325.005 РЭ | 1 |
| 9 | Руководство по эксплуатации, часть вторая (интерфейс «Человек-машина») | ПБКМ.424325.005 РЭ01 | 1 |
| 10 | CD-диск с прикладным ПО и электронной версией РЭ |  | 1 |

* + 1. Маркировка

На лицевой панели блока БП1 должна быть маркировка, содержащая:

* товарный знак предприятия-изготовителя;
* наименование и обозначение изделия.

На боковых панелях каркаса с блоками должна быть маркировка, содержащая:

* заводской номер приемопередатчика;
* дата изготовления приемопередатчика.

На упаковке приемопередатчика должна быть этикетка с указанием:

* товарного знака или наименования предприятия-изготовителя;
* наименования изделия;
* обозначения исполнения изделия;
* заводского номера;
* даты изготовления.

Так же на упаковке приемопередатчика должны быть нанесены основные, дополнительные, информационные надписи и манипуляционные знаки по ГОСТ 14192.

* + 1. Упаковка.

Приемопередатчик должен быть упакован в транспортную тару – ящик из дерева или из дерева и ДВП. Размеры ящика и приемопередатчика должны совпадать таким образом, чтоб исключалось перемещение изделия внутри ящика. Приемопередатчик должен быть упакован с прокладыванием пузырчатой пленкой, бумагой или картоном и иметь упаковочный лист с указанием комплектности согласно таблице 1.15.1.

# Требования к безопасности

* 1. Конструкция, изготовление, монтаж, наладка и эксплуатация приемопередатчика должны отвечать требованиям ГОСТ 12.2.007.0, класс 0I, "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок", "Правил устройства электроустановок".
  2. Изоляция цепей внешних соединений приемопередатчика по отношению к корпусу должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 50514.
  3. Цепи питания, сигнализации, входные и выходные цепей с напряжением более 60 В, при нормальных климатических условиях должны выдерживать:
* воздействие напряжения амплитудой 2,5 кВ эфф, частотой 50 Гц (в течение 1 мин);
* воздействие импульсов напряжением 5 кВ макс, длительностью 50 мкс при положительной и отрицательной полярности.
  1. Входные и выходные цепи с напряжением менее 60 В, при нормальных климатических условиях должны выдерживать:
* воздействие напряжения амплитудой 0,5 кВ эфф, частотой 50 Гц (в течение 1 мин);
* воздействие импульсов напряжением 1 кВ макс, длительностью 50 мкс при положительной и отрицательной полярности.
  1. Сопротивление изоляции цепей питания, сигнализации, входных и выходных цепей, по отношению к корпусу, должно быть не менее:
* 100 МОм – в нормальных климатических условиях;
* 5 МОм – при температуре плюс 45 °С и относительной влажности 80 %.
  1. Электробезопасность приемопередатчика должна соответствовать ГОСТ 12.2.007.0. Возле винта заземления должен быть нанесен знак заземления по ГОСТ 21130. Сопротивление между винтом заземления и любой металлической неизолированной частью приемопередатчика, доступной для случайного прикосновения, должно быть не более 0,1 Ом в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0.
  2. Приемопередатчик должен иметь световую индикацию включения напряжения электропитания.
  3. Выключатель электропитания должен разрывать цепи каждого полюса источника электропитания.
  4. Система обеспечения пожарной безопасности должна соответствовать

ГОСТ 12.2.007.0.

* 1. Персонал, эксплуатирующий приемопередатчик, должен иметь группу по электробезопасности не меньше III.

# Требования охраны окружающей среды

Приемопередатчики не должны содержать материалов и компонентов, опасных для окружающей среды и здоровья человека, выделять загрязняющие и отравляющие вещества в объекты окружающей среды и требовать специальных мер для утилизации

# Правила приемки

## Общие положения

Для приемки и проверки приемопередатчика на соответствие требованиям настоящих ТУ устанавливаются следующие категории испытаний:

* приемо-сдаточные;
* периодические;
* типовые;
* на надежность.

Все испытания проводят с участием представителей ОТК силами и средствами предприятия-изготовителя и испытательных лабораторий других предприятий (по договорам о сотрудничестве).

Применяемые средства испытаний, измерений и контроля, а также методика измерений и контроля должны соответствовать требованиям метрологического обеспечения. При проведении испытаний необходимо обеспечивать правильность применения указанных средств и проведения измерения и контроля. Не допускается применять средства испытаний и средства измерений, не прошедшие аттестацию или поверку.

## Приемо-сдаточные испытания

* + 1. Приемо-сдаточным испытаниям (ПСИ) подвергают каждый приемопередатчик.
    2. Испытания проводит ОТК предприятия-изготовителя.
    3. Перечень и последовательность проведения ПСИ указаны в таблице 4.2.1.
    4. Результаты испытаний фиксируют в протоколе. На приемопередатчик, прошедший ПСИ, оформляют паспорт.
    5. Приемопередатчик, не прошедший ПСИ, возвращают в производство на доработку. Повторные ПСИ проводят в полном объеме. При отрицательных результатах повторных испытаний разрабатывают корректирующие мероприятия по устранению дефекта и недопущению его вновь. Корректирующие мероприятия документируют. Дальнейшее производство и испытания проводят с учетом корректирующих мероприятий.

## Периодические испытания

* + 1. Периодические испытания (ПИ) проводят один раз в год на двух приемопередатчиках, прошедших ПСИ. Отбор образцов производят случайным образом из партии не менее 10 штук готовых приемопередатчиков.
    2. Испытания проводит комиссия, назначаемая руководителем предприятия.
    3. Перечень и последовательность проведения ПИ указаны в таблице 4.2.1.
    4. Результаты ПИ оформляют актом. К акту прилагаются протоколы всех проведенных испытаний, подписанные лицами, которые проводили эти испытания.
    5. По пункту несоответствия, обнаруженному в процессе ПИ, испытания проводят на удвоенном количестве изделий. Если и в этом случае результат испытаний отрицательный, то после анализа и устранения дефектов повторные ПИ проводят в полном объеме на удвоенном количестве изделий. При получении отрицательных результатов испытаний приемку и поставку изготовленных приемопередатчиков приостанавливают до получения положительных результатов испытаний, проводят анализ причин брака и разрабатывают корректирующие мероприятия по устранению выявленных недостатков. Дальнейший выпуск и отгрузку производят только после положительных результатов корректирующих мероприятий.

Таблица 4.2.1 – Перечень приемо-сдаточных и периодических испытаний

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Раздел/пункт ТУ | | Обязательность | |
| технические требования | методы испытаний | ПСИ | ПИ |
| Внешний осмотр, проверка габаритных и установочных размеров | 1.3.7, 1.3.11 | 5.12.2 | + | + |
| Общая проверка функционирования (проверка цепей передачи команд) | 1.5.1-1.5.4 | 5.2.1 | + | + |
| 1.5.5-1.5.7,  1.5.13-1.5.16,  1.5.19-1.5.21 | 5.2.2 | + | + |
| Проверка ВЧ трактов передачи и приема | 1.5.30 | 5.3.1 | + | + |
| 1.5.31 | 5.3.2 | + | + |
| 1.5.35 | 5.3.3 | + | + |
| 1.5.36 | 5.3.4 | + | + |
| 1.5.34 | 5.3.5 | + | + |
| 1.5.38-1.5.40 | 5.3.7 | + | + |
| Проверка помехозащищенности | 1.5.43 | 5.4.1 | - | + |
| 1.5.44 | 5.4.2 | - | + |
| 1.5.45 | 5.4.3 | - | + |
| 1.5.46 | 5.4.4 | - | + |
| 1.5.47 | 5.4.5 | - | + |
| Проверка мониторинга, сигнализации и измерений | 1.10.1-1.10.6 | 5.8.1 | + | + |
| 1.10.7 | 5.8.2 | - | + |
| Проверка ПО, регистрации, интерфейса НМI, локальной сети | 1.4.5, 1.4.8 | 5.9.1 | + | + |
| 1.4.2, 1.4.3 | 5.9.2 | + | + |
| 1.4.6 | 5.9.3 | + | + |
| 1.4.7 | 5.9.4 | + | + |
| Проверка параметров при изменениях напряжения электропитания | 1.7.1 | 5.5.2 | - | + |
| Проверка потребляемой мощности | 1.7.2 | 5.5.3 | - | + |
| Проверка параметров устойчивости к электропитанию | 1.7.3 | 5.5.4 | - | + |
| 1.7.4 | 5.5.5 | - | + |
| 1.7.5 | 5.5.6 | - | + |
| 1.7.6 | 5.5.7 | - | + |
| Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции | 2.2-2.5 | 5.6.2 | + | + |
| Проверка работоспособности при климатических воздействиях | 1.11 | 5.10 | - | + |
| Проверка на устойчивость к механическим воздействиям | 1.12 | 5.11 | - | + |
| Проверка требований к упаковке | 1.15.3 | 5.13.2 | - | + |
| Проверка наличия средств защиты | 2.6 | 5.6.3 | - | + |
| Примечание  Знак «-» означает, что испытания не проводят, знак «+» означает, что испытания проводят. | | | | |

## Типовые испытания

* + 1. Типовые испытания проводят с целью оценки эффективности и целесообразности предлагаемых изменений в сам приемопередатчик или технологию его изготовления, которые могут повлиять на эксплуатационно-технические характеристики изделия. Испытания проводят на образцах, в конструкцию или технологию изготовления которых внесены предлагаемые изменения. Необходимость проведения типовых испытаний определяет предприятие–изготовитель.
    2. Испытание проводят по программе, которая должна содержать:
* перечень необходимых испытаний;
* количество изделий, необходимых для проведения испытаний;
* указания об использовании образцов, подвергнутых испытаниям.
  + 1. Объем испытаний и контроля, включенных в программу, должен быть достаточным для оценки влияния внесенных изменений на эксплуатационно-технические характеристики.
    2. Если эффективность и целесообразность предлагаемых изменений подтверждена результатами типовых испытаний, то эти изменения вносят в документацию в установленном порядке.
    3. Если эффективность и целесообразность предлагаемых изменений не подтверждена результатами типовых испытаний, то предлагаемые изменения в соответствующую документацию не вносят, и принимают решение об использовании изделий, изготовленных с учетом внесенных изменений.
    4. Результаты испытаний оформляют актом (отчетом) и протоколом с отражением результатов испытаний. Акт (отчет) подписывают должностные лица, проводившие испытания, и утверждает руководитель (главный инженер) предприятия–изготовителя.

## Испытания на надежность

* + 1. Показатели надежности проверяют методом статистического анализа отказов приемопередатчиков, находящихся в эксплуатации, в соответствии с РД 50-690. Проверку проводят в начале каждого календарного полугодия.

# Методы испытаний

## Общие положения

* + 1. Все испытания, за исключением оговоренных особо, проводят в нормальных климатических условиях.
    2. Нормальные климатические условия характеризуются следующими значениями климатических факторов:
* температура окружающей среды (25 ± 10) °С;
* относительная влажность воздуха (45 – 80) %;
* атмосферное давление (600 – 830) мм рт. ст. (80 – 110,6) кПа
  + 1. Средства измерения, применяемые при испытаниях, должны быть поверены и иметь соответствующие отметки в паспорте или формуляре. Испытательное оборудование, не являющееся измерительным средством, должно быть испытано на соответствие техническим характеристикам, указанным в паспорте.
    2. Список испытательного оборудования приведен в приложении В.
    3. Приемопередатчик считают выдержавшим испытания, если после и во время их проведения отсутствовали проявления неисправностей, а значения параметров соответствовали установленным в настоящих технических условиях.

## Проверки цепей сигналов команд

* + 1. Проверка цепей управления передачей команд, в соответствии с требованиями 1.5.1-1.5.4.

Схема установки для проверки приведена на рисунке 5.2.1. Для упрощения, ВЧ устройство фильтрации, согласования и развязки (ВЧ УФСР) и фильтр питания (ФП-01) на рисунке не показаны.



Примечания:

1 количество команд – в соответствии с выбранным режимом (32, 16), в том числе в режимах совместимости с другими ВЧ устройствами (32)(16)(14)(5);

2 в варианте исполнения до 8 команд устанавливается универсальный блок с клеммами приема и передачи команд КСК, в варианте исполнения более 8 команд устанавливаются раздельные блоки клемм передачи команд КПРД и приема команд КПРМ.

Рисунок 5.2.1 - Проверка цепей управления передачей команд

Проверку значений напряжения управления передачей сигналов команд проводят в следующей последовательности:

1. Установить приемопередатчик в режим "Введен".
2. Установить переключатель управляющего напряжения команд на блоке КСК (КПРД) в положение "220 В".
3. Подать на вход первой команды сигнал постоянного напряжения уровнем 220 В.
4. По состоянию индикаторов блоков БСП и БСК проконтролировать, что приемопередатчик находится в состоянии передачи первой команды.
5. Измерить ток потребления по входу команды.
6. Снижая уровень входного напряжения по состоянию индикаторов определить порог срабатывания.
7. Повторить п.п. 3)..6) для остальных команд (в зависимости от числа команд – для 16-и или 32-х.
8. Установить переключатель управляющего напряжения команд в положение «110 В». Повторить действия 3)..7) для остальных команд
   * 1. Проверка функций и параметров передачи и приема сигналов команд (без помех).

Проверяемые параметры и функции:

* время задержки срабатывания входа команды, в соответствии с 1.5.5;
* продолжительность посылки команд, в соответствии с 1.5.7;
* время задержки на фиксацию команды (срабатывание выходных элементов команд), в соответствии с 1.5.13;
* время задержки на возврат замкнутых выходных цепей, в соответствии с 1.5.14;
* проверка внешнего входа «Пуск ПРМ» для перевода приемника в нормальный режим работы, в соответствии с 1.5.15;
* проверка внешнего входа «Сброс инд» для сброса светодиодной индикации переданных и принятых команд, в соответствии с 1.5.16.
* очередность передачи команд (приоритеты), повторная посылка прерванной команды, в соответствии с 1.5.19, 1.5.20;
* сквозное время передачи команды с момента поступления команды (замыкание входных цепей) до момента замыкания выходных цепей, в соответствии с 1.5.21;

Проверку функций передачи и приема команд проводят на двух приемопередатчиках, включенных через эквивалент линии, в соответствии со схемой установки на рисунке 5.2.2. Для упрощения, ВЧ устройство фильтрации, согласования и развязки (ВЧ УФСР) и фильтр питания (ФП-01) на рисунке не показаны.



Примечания:

1 количество команд – в соответствии с выбранным режимом (32, 16), в том числе в режимах совместимости с другими ВЧ устройствами (32)(16)(14)(5);

2 в варианте исполнения до 8 команд устанавливается универсальный блок с клеммами приема и передачи команд КСК, в варианте исполнения более 8 команд устанавливаются раздельные блоки клемм передачи команд КПРД и приема команд КПРМ.

Рисунок 5.2.2 - Схема установки

На схеме установки показаны: приемопередатчики 1 и 2, соответственно передающий и принимающий команды, импульсный источник управляющего напряжения, предназначенный для формирования управляющих воздействия для передачи команды, с регулировкой длительности управляющего воздействия и задержки, осциллограф 1, предназначенный для контроля цепей передачи и приема команд, осциллограф 2, предназначенный для контроля ВЧ сигнала, передаваемого от каждого из приемопередатчиков, и эквивалент ВЧ линии со встроенным аттенюатором.

Проверку функций передачи и приема команд проводят в следующей последовательности:

1. Соединить ВЧ входы/выходы первого и второго приемопередатчиков между собой через эквивалент ВЧ линии с встроенным аттенюатором.
2. Установить на аттенюаторе такое ослабление сигнала, чтобы уровень КС на приеме каждого приемопередатчика был на 16 дБ выше чувствительности. Уровень КС контролировать по показаниям индикатора блока БСП.
3. С помощью меню установки параметров установить параметры для передатчика (первый приемопередатчик):
   * время задержки срабатывания входа команды - 5 мс;
   * продолжительность посылки команды - 50 мс;
   * следящие команды – последняя (в зависимости от числа команд: 16 или 32).
4. С помощью меню установки параметров установить для приемника (второй приемопередатчик) следующие параметры:
   * задержка на фиксацию команды - 5 мс;
   * задержка на возврат - 500 мс;
5. Перевести оба приемопередатчика в режим «Введен». По показаниям индикатора на лицевой панели блока БСП убедиться, что передатчик находится в состоянии передачи КС, а приемник – в состоянии приема КС.
6. Подавая на входы управления передачей команд первого приемопередатчика в различной последовательности и сочетаниях сигналы команд, по показаниям светодиодов на лицевых панелях блоков БСК, замыканию обеих пар контактов реле соответствующих номеров команд второго приемопередатчика и записям в журнале событий убедиться, что приемопередатчики функционируют правильно.
7. Проверку времени задержки срабатывания входа команды проводят, формируя на входе управления передачей команды управляющий импульс, длительность которого меньше установленной величины времени задержки. При этом передатчик не должен сформировать команду. При увеличении длительности управляющего импульса свыше установленного значения времени задержки, команда должна сформироваться.
8. Продолжительность посылки команд проводят по записям в журнале событий или путем осциллографирования формы выходного ВЧ сигнала передатчика.
9. Проверку приоритетов передачи команд проводят одновременной подачей всех команд на входы управления. Контроль команд на приеме проводят с помощью осциллографирования состояния контактов реле команд и по записям в журнале событий.
10. Проверку повторной передачи прерванной команды (если она не является следящей) проводят подачей на входы управления соответствующей последовательности сигналов, в которой команды с большим приоритетом поступают с задержкой по отношению к командам с меньшим приоритетом. Контроль команд на приеме проводят с помощью осциллографирования состояния контактов реле команд и по записям в журнале событий.
11. Задержку на возврат замкнутых выходных цепей проверяют совместно с 9) по записям в журнале событий и путем осциллографирования.
12. Сквозное время передачи команды проверяют путем одновременного осциллографирования входов и выходов команд. Проверку проводят при установках времени задержки на фиксацию команды 0 и 5 мс. При этом задержку на фиксацию команды проверяют путем сопоставления результатов измерения сквозного времени передачи для разных установленных значений времени задержки.
13. Для проверки внешнего входа «Пуск ПРМ» необходимо выключить второй приемопередатчик более чем на 5 секунд. Убедиться, что приемопередатчик первый перешел в режим аварии по отсутствию сигнала КС: горит красный светодиод «Авария» на блоке БВП. После чего, необходимо включить второй приемопередатчик, убедиться в том, что первый приемопередатчик перешел в режим «Готов»: на дисплее блока БСП присутствует надпись «ПРМ: Готов», горит красный светодиод «Авария» на блоке БВП. Подать управляющее воздействие на вход «Пуск ПРМ» первого приемопередатчика, проконтролировать, что первый приемопередатчик перешел в нормальный режим работы: красный светодиод «Авария» на блоке БВП не горит, на дисплее блока БСП присутствует надпись «ПРМ: Введен».
14. Внешний вход сброса светодиодной индикации переданных и принятых команд «Сброс инд» проверяется путем подачи на него управляющего воздействия от источника напряжения. Управляющее воздействие необходимо подавать после того, как приемопередатчик передал и принял команды, загорелись соответствующие светодиоды команд на блоке БСК. После подачи напряжения на вход «Сброс инд», необходимо проконтролировать, что все светодиоды на блоке БСК погасли.

## Проверки трактов передачи и приема

* + 1. Проверка частот передачи КС, команд, телемеханики, а также их отклонений от номинальных значений, при одночастотном кодировании:
* в соответствии с требованиями 1.5.23, 1.5.26, 1.5.27, 1.5.28, 1.5.29, 1.5.30, 1.5.33 настоящих ТУ;
* в режиме совместимости с другими ВЧ устройствами (АНКА-АВПА, АКПА, АКА-Кедр, ВЧТО), в соответствии с требованиями 1.9.1, 1.9.3.

Для проверки собирается установка, состоящая из приемопередатчика, подключенной к нему нагрузки 75 Ом, частотомера. Рекомендуется использовать установку в соответствии с рисунком 5.2.2.

Заданные значения частот передачи ВЧ сигналов рассчитываются в соответствии с 1.5.26, 1.5.27, 1.5.28, 1.5.29 по формуле

f = f0(k) + f,

где f0(k) - несущая частота передачи k-го (k = 1..2) приемопередатчика,

f - частота КС, или n-й команды (n=1..32(16)(14)(5));

частота f в зависимости от номера приемопередатчика (или его типа: АНКА-АВПА, АКА Кедр, ВЧТО) выбирается из таблицы 1.4.2 (или таблицы 1.8.1, 1.8.2, 1.8.3).

Генерация ВЧ сигнала производится одним из следующих способов:

* к приемопередатчику подключается компьютер с установленным тестовым ПО, приемопередатчик переводится в режим «Тест1», с компьютера последовательно инициализируются пуски команд и телемеханики.
* к приемопередатчику подключаются управляющие цепи команд, с помощью меню команды переводятся в следящий режим, ВЧ сигналы последовательно генерируются путем замыкания управляющих цепей (рисунок 5.2.2).

Полученные значения частот для всех режимов работы приемопередатчика заносятся в таблицу и сравниваются с заданными значениями. Допустимое отклонение частот от номинальных значений при нормальных условиях в соотв. с 1.5.30 ±1 Гц.

При двухчастотном кодировании производятся измерения только частот КС и телемеханики, для проверки прохождения команд используется вспомогательный приемопередатчик 2 (рисунок 5.2.2), полоса приема которого соответствует полосе передачи передатчика 1.

* + 1. Проверка уровня мощности передаваемых сигналов: КС, команд, телемеханики, в соответствии с требованиями 1.5.31, 1.5.32, 1.5.33 настоящих ТУ.

Для проверки собирается установка, состоящая из приемопередатчика, подключенной к нему нагрузки 75 Ом, ВЧ вольтметра (осциллографа).

Заданные значения выходной мощности при передаче команд выбираются в зависимости от частотного диапазона приемопередатчика в соответствии с 1.5.31, контрольного сигнала – в соответствии с 1.5.32.

Приемопередатчиком последовательно генерируются ВЧ сигналы КС, команд и телемеханики одним из способов, описанных в 5.3.1.

Измеренные значения уровня выходного ВЧ сигнала заносятся в таблицу и сравниваются с заданными. Допускается отклонение ±1 дБ от заданных значений.

* + 1. Проверка уровня мощности спектра сигналов вне номинальной полосы частот, в соответствии с требованиями 1.5.35 настоящих ТУ (выполняется только при двухчастотном кодировании).

1. Собрать установку, состоящую из приемопередатчика, подключенной к нему нагрузки и селективного измерителя уровня.
2. Определить нижнюю и верхнюю граничные частоты общей полосы частот, занимаемой приемопередатчиком (1.5.26, 1.5.27).
3. С помощью меню установки параметров установить последнюю команду передатчика следящей.
4. Подать управляющее напряжение на вход команды.
5. Установить полосу селективного вольтметра 2000 Гц.
6. Изменяя частоту настройки селективного вольтметра, измерить уровень сигнала ниже нижней граничной частоты общей полосы частот, в диапазоне частот от 0 до 2 кГц, от 2 до 4 кГц, от 4 до 6 кГц и выше верхней граничной частоты общей полосы частот, в соответствующих диапазонах. В соответствии с 1.5.35, уровень измеренной мощности не должен превышать соответственно минус 14 дБм, минус 24 дБм, минус 34 дБм.
   * 1. Проверка вносимого затухания, в соответствии с требованиями 1.5.36 настоящего ТУ.

Проверку вносимого затухания проводят по схеме, приведенной на рис. 5.3.1. Для упрощения, ВЧ устройство фильтрации, согласования и развязки (ВЧ УФСР) и фильтр питания (ФП-01) на рисунке не показаны.

Для несимметричного окончания провод «Общ» генератора ГСВЧ соединяют с контактом «Корпус» блока УМ. Для симметричного окончания провод «Общ» генератора ГСВЧ соединяют с контактом «Линия 2» блока УМ.

Выходное сопротивление генератора ГСВЧ и номинал резистора Rном должны быть равны 75 Ом для несимметричного окончания и 150 Ом для симметричного окончания. Значение напряжения U1 определяют по милливольтметру с высокоомным входом (не менее 1 МОм). На выходе генератора сигналов (ГСВЧ) устанавливается синусоидальный измерительный сигнал с напряжением порядка 1 В.



Рисунок 5.3.1 - Схема проверки вносимого затухания

Проверку проводят в следующей последовательности.

1. Рассчитать в соответствии с 1.5.26, 1.5.27 нижнюю и верхнюю граничные частоты общей занимаемой полосы частот (канала), соответственно fнгр и fвгр.
2. Перевести приемопередатчик в тестовый режим и установить на выходе передатчика режим отсутствия ВЧ-сигнала.
3. Установить на выходе генератора ГСВЧ сигнал частотой fг, где fг рассчитывается в соответствии с формулами:

fг = fвгр + {2,4,8,12} кГц.

fг = fнгр - {2,4,8,12} кГц;

1. Измерить напряжение U1-0 при разомкнутом ключе S.
2. Измерить напряжение U1-1 при замкнутом ключе S.
3. Рассчитать вносимое затухание по формуле:

А = 20 lg (U1-0 / U1-1)

1. Повторить измерения для частот, указанных в 3:
2. Измеренные величины сравнить с заданными в 1.5.36.
   * 1. Измерение затухания несогласованности, в соответствии с требованиями 1.5.34 настоящих ТУ.

Проверку затухания несогласованности и входного сопротивления проводят по схеме, приведенной на рисунке 5.3.2.



Рисунок 5.3.2. Принципиальная схема измерения затухания несогласованности сопротивления Zx и сопротивления RН.

Проверку проводят в следующей последовательности.

* + - 1. Входящий в состав моста дифференциальный трансформатор должен отвечать тем же требованиям, что и трансформатор, входящий в схему моста переменного тока.
      2. В качестве источника сигнала используют генератор с симметричным выходом и «нулевым» внутренним сопротивлением; в качестве индикатора настройки моста используют избирательный измеритель уровня (ИИУ) с высокоомным входом.
      3. Измерения производят, контролируя уровень на выходе генератора p0, который должен оставаться неизменным, в следующей последовательности:
* ключ k отключен. Измеряют уровень p1 в диагонали моста в этом режиме (уровень p1 равен уровню сигнала генератора на вторичной полуобмотке II дифференциального трансформатора);
* ключ k включен. Измеряют уровень p2 в диагонали моста в этом режиме;
  + - 1. Затухание несогласованности определяется по результатам измерений как разность уровней, измеренных при выключенном и включенном ключе k:

*а*НС = *p*1 – *p*2.

* + - 1. При измерениях вольтметром переменного тока величину затухания несогласованности можно рассчитать по выражению

*а*НС = *20lg(U1/U2),*

где U1 и U2 – измеренные напряжения, В

* + - 1. Недостаточно высокое сопротивление измерителя (вольтметра), а также наличие потерь в трансформаторе приводят к занижению величины U2 и, следовательно, к завышению фактической величины затухания несогласованности.
      2. Контрольное измерение граничной величины затухания несогласованности (12 дБ) можно произвести путем установки вместо входных цепей приемника резистора с соответствующей величиной сопротивления (45 или 125 Ом).
      3. Измерения следует проводить при включенном передатчике, т.е. передатчик должен генерировать контрольный сигнал.
      4. Измерения напряжений следует проводить селективным вольтметром.

### 

* + 1. Проверка полосы входного широкополосного фильтра, в соответствии с требованиями 1.5.41 настоящих ТУ.

Проверку производят по схеме, изображенной на рисунке 5.3.3. Для упрощения, ВЧ устройство фильтрации, согласования и развязки (ВЧ УФСР) и фильтр питания (ФП-01) на рисунке не показаны.



Рисунок 5.3.3 - Схема проверки затухания входного фильтра приемника

При проверке Блок БСП устанавливается на переходную плату. Селективный вольтметр 2, подключается к контактам входа ВЧ сигнала согласно Схеме электрической принципиальной блока БСП.

Поверку проводят по методике, приведенной ниже, для граничных частот канала, и частот, отстоящих от средней частоты канала на ±20 кГц.

Проверку проводят в следующей последовательности.

1. Включить приемопередатчик в тестовый режим, выключить КС.
2. Установить на выходе ГСВЧ сигнал частотой fср, где fср – средняя частота канала.
3. Подключить к выходу ГСВЧ резистор R1 и установить уровень выходного сигнала равным 150 мВ. Контроль уровня сигнала проводить с помощью селективного вольтметра 1.
4. Подключить выход ГСВЧ к ВЧ входу приемопередатчика и селективным вольтметром 2 измерить уровень сигнала на выходе входного фильтра приемника. Занести полученные данные в таблицу 5.3.1. Последовательно устанавливая на выходе ГСВЧ сигналы с частотами по таблице 5.3.1. повторить действия по п.п. 3),4).

Таблица 5.3.1. Результаты проверки затухания входного фильтра приемника

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Частота, кГц | fср - 20 | fн | fср | fв | fср + 20 |
|  |  |  |  |  |
| Uвх, мВ |  |  |  |  |  |
| Uвых, мВ |  |  |  |  |  |
| Затухание (А), дБ |  |  |  |  |  |

где:

fср - средняя частота канала; fср = fр (см. п.1.5.27);

fн – нижняя граница номинальной полосы частот; fн = fнгр(А) (см. п. 1.5.27);

fв – верхняя граница номинальной полосы частот; fв = fвгр(В)  (см. п. 1.5.27),

Uвх – напряжение на входе фильтра приемника (на селективном вольтметре 1);

Uвых – напряжение на выходе фильтра приемника (на селективном вольтметре 2)

Значение затухания фильтра приемника А определяется по формуле:

А (дБ) = 20lg (Uвх / Uвых)

* + 1. Проверка чувствительности приемника команд, в соответствии с требованиями 1.5.38 настоящих ТУ.

Порогом чувствительности приемника команд называется заданный уровень входного напряжения ВЧ сигнала КС и команд, при превышении которого происходит фиксация приема КС и команд.

В соответствии с 1.5.38 номинальное значение чувствительности приемника команд должно быть минус 28 дБм (11 мВ). Чувствительность может загрубляться (т.е. увеличиваться порог) на величину до 20 дБ.

Проверку номинального значения чувствительности производят по схеме, изображенной на рисунке 5.3.4. Номинал резистора R1 должен быть равен 75 Ом для несимметричного окончания и 150 Ом для симметричного окончания. Значение напряжения U1 измеряется милливольтметром с высокоомным входом (не менее 1 МОм). На выходе генератора сигналов (ГСВЧ) устанавливается синусоидальный измерительный сигнал с частотой контрольного сигнала fКС1. Для упрощения, ВЧ устройство фильтрации, согласования и развязки (ВЧ УФСР) и фильтр питания (ФП-01) на рисунке не показаны.



Рисунок 5.3.4. Проверка чувствительности приемника

Проверку проводят в следующей последовательности.

1. Включить приемопередатчик в тестовом режиме.

2) Установить загрубление чувствительности приемника команд 0 дБ.

3) Подключить к выходу ГСВЧ резистор R1 и установить на выходе генератора сигнал частотой, соответствующей частоте контрольного сигнала, и уровнем, превышающим порог чувствительности (минус 28 дБм) на определенную величину «В» (дБ), например В=20 дБ, т.е. минус 8 дБм (110 мВ).

4) Подключить выход ГСВЧ к ВЧ входу.

5) Внешними регулировками уровня входного сигнала на блоке БСП добиться, чтобы показания измерителя «Uк» были равны «В» дБ (20 дБ).

6) Проконтролировать прием КС. Индикатор КС на передней панели блока БВП должен гореть.

7) Установить уровень ГСВЧ ниже порога чувствительности приемника (менее чем минус 28 дБм). Индикатор КС должен погаснуть. Измеритель Uk должен показывать отрицательную величину.

8) Медленно поднимая уровень сигнала ГСВЧ, убедиться, что при величине, превышающей на 1 дБ порог чувствительности (что соответствует уровню входного сигнала минус 27 дБм) произойдет загорание индикатора КС. При этом показания измерителя Uk должны быть «Uk =1 дБ».

9) После фиксации КС, медленно снижая уровень ВЧ до величины ниже уровня чувствительности на 1 дБ, убедиться в пропадании КС. При этом показания измерителя Uk должны быть «Uk = -1 дБ ».

10) Повторить п.п. 8) и 9) подавая вместо частоты fКС1  частоту fКС2.

11) Повторить п.п. 8) и 9), подавая вместо частоты КС частоты команд (при одночастотном кодировании\*). При этом контроль фиксации команды производить по световому индикатору соответствующей команды.

*\*)* При проверке приемопередатчика с двухчастотным кодированием команд, ГСВЧ должен быть заменен вспомогательным приемопередатчиком, нагруженным на магазин затуханий.

12) Установить загрубление чувствительности приемника (увеличение его порога) на величину А (дБ).

13) Подавая на вход приемника сигналы с уровнями выше и ниже нового установленного порога чувствительности, убедиться по индикатору КС, что порог чувствительности увеличился на А дБ. Фиксация КС должна происходить при показаниях Uk = 1 и более дБ. Пропаданию КС должны соответствовать показания Uk = -1 и менее дБ.

* + 1. Проверка частот приема: КС, команд, телемеханики:
* в соответствии с требованиями 1.5.23, 1.5.26, 1.5.27, 1.5.28, 1.5.29, 1.5.30, 1.5.33 настоящих ТУ;
* в соответствии с требованиями 1.9.1, 1.9.3 – в режиме совместимости с ВЧ устройствами АНКА-АВПА, АКПА, АКА-Кедр, ВЧТО.

Для проверки собирается установка в соответствии с рисунком 5.3.1 (для проверки приемопередатчиков с одночастотным кодированием) или рисунком 5.2.2 (для проверки приемопередатчиков с двухчастотным кодированием).

Заданные значения частот приема ВЧ сигналов рассчитываются в соответствии с 1.5.26, 1.5.27, 1.5.28, 1.5.29 по формуле:

f = f0(k) + f,

где f0(k) - несущая частота приема от k-го (k=1..2) приемопередатчика, f - отклонение частоты при приеме КС, n-й команды или телемеханики; отклонение частоты f в зависимости от номера приемопередатчика выбирается из таблиц 1.4.2 и 1.4.3.

При этом следует учитывать, что частоты приема первого приемопередатчика соответствуют частотам передачи второго, а частоты приема второго – частотам передачи первого.

Проверку проводят в следующей последовательности.

1. Приемопередатчик переводится в тестовый режим, выключается собственная передача КС.
2. ГСВЧ (или вспомогательный приемопередатчик 1) подключается к испытуемому приемопередатчику;
3. ГСВЧ последовательно генерируются заданные частоты КС, команд, телемеханики1.

Прием контролируется по показаниям ЖК на панели БСП и состоянии соответствующих контактных выходов.

Примечания:

1 при проверке приемопередатчика с двухчастотным кодированием пуски команд необходимо производить от вспомогательного приемопередатчика.

## Проверки и испытания на помехозащищенность

* + 1. Проверка функционирования приемника при одновременной работе своего передатчика, в соответствии с требованиями 1.5.43 настоящего ТУ.

Для проведения проверки собрать установку, состоящую из двух приемопередатчиков, соединенных между собой через магазин затуханий, и источника управляющего напряжения для подачи команд (рисунок 5.4.1). Для упрощения, ВЧ устройство фильтрации, согласования и развязки (ВЧ УФСР) и фильтр питания (ФП-01) на рисунке не показаны.

В ходе проверки необходимо проверить влияние сигналов собственного передатчика:

* на отсутствие подавления собственного приемника по приему КС и ложных команд;
* прохождение команд от противоположного передатчика.

Опыты необходимо произвести для двух значений затуханий несогласованности приемопередатчика с линией 4 дБ и 1 дБ (имитируется подключением к искусственной линии конденсаторов C1 – C4).



Примечания:

1 в варианте исполнения до 8 команд устанавливается универсальный блок с клеммами приема и передачи команд КСК, в варианте исполнения более 8 команд устанавливаются раздельные блоки клемм передачи команд КПРД и приема команд КПРМ.

Рисунок 5.4.1. Проверка функционирования приемника при одновременной работе собственного передатчика

Проверку проводят в следующей последовательности.

1. Для первого приемопередатчика необходимо установить затухание дифсистемы, обеспечивающее минимальный уровень прохождения сигнала передатчика в приемник.
2. Для первого приемопередатчика установить минимально допустимую чувствительность (минус 28 дБм).
3. Приемник команд приемопередатчика 1 включить в тестовый режим, передатчик №1 – в режим передачи следящих команд. Приемопередатчик №2 – в нормальный режим передачи команд.
4. На приемопередатчике №1 произвести пуск 1-й команды.
5. Прием КС и ложных команд приемником приемопередатчика 1 контролировать по индикатору и записям в журнале, уровень КС не должен снижаться более чем на 1 дБ, ложные команды должны отсутствовать.
6. Во время передачи передатчиком 1 команды 1, со передатчика 2 произвести пуски всех команд.
7. Зафиксировать прием команд приемником 1. Все поданные команды от передатчика 2 должны быть приняты.
8. На приемопередатчике №1 поочередно производить пуски остальных команд в следящем режиме. Длительность передачи каждой команды 20 с.
9. Прием контрольного сигнала и ложных команд контролировать по индикатору и записям в журнале, уровень КС не должен снижаться более чем на 1 дБ, ложные команды должны отсутствовать.
10. Во время передачи приемопередатчиком 1 каждой следящей команды, от передатчика 2 произвести пуски всех команд.
11. Зафиксировать прием команд приемником 1. Все поданные команды от передатчика 2 должны быть приняты.
12. Между выходом приемопередатчика и магазином затухания подключить последовательно конденсатор C1, емкость которого необходимо рассчитать по формуле: C1 (мкФ) = 1,3/f (кГц).
13. На приемопередатчике №1 произвести поочередно пуски всех команд в следящем режиме. Длительность передачи каждой команды 20с.
14. Прием контрольного сигнала и ложных команд контролировать по индикатору и записям в журнале, уровень КС не должен снижаться более чем на 1 дБ, ложные команды должны отсутствовать.
15. Во время передачи приемопередатчиком 1 каждой следящей команды, от передатчика 2 произвести пуски всех команд.
16. Зафиксировать прием команд приемником 1. Все поданные команды от передатчика 2 должны быть приняты.
17. Между выходом приемопередатчика и магазином затухания подключить последовательно конденсатор C3, емкость которого необходимо рассчитать по формуле: C3 (мкФ) = 0,52/f (кГц).
18. На приемопередатчике №1 произвести поочередно пуски всех команд в следящем режиме. Длительность передачи каждой команды 20с.
19. Прием контрольного сигнала и ложных команд контролировать по индикатору и записям в журнале, уровень КС не должен снижаться более чем на 1 дБ, ложные команды должны отсутствовать.
20. Во время передачи приемопередатчиком 1 каждой следящей команды, от передатчика 2 произвести пуски всех команд.
21. Зафиксировать прием команд приемником 1. Все поданные команды от передатчика 2 должны быть приняты.
22. Выход приемопередатчика подключить к магазину затухания, параллельно магазину затухания подключить конденсатор C2 емкость которого необходимо рассчитать по формуле:   
    C2 (мкФ) = 3,44/f (кГц).
23. На приемопередатчике №1 произвести поочередно пуски всех команд в следящем режиме. Длительность передачи каждой команды 20 с.
24. Прием контрольного сигнала и ложных команд контролировать по индикатору и записям в журнале, уровень КС не должен снижаться более чем на 1 дБ, ложные команды должны отсутствовать.
25. Во время передачи приемопередатчиком 1 каждой следящей команды, от передатчика 2 произвести пуски всех команд.
26. Зафиксировать прием команд приемником 1. Все поданные команды от передатчика 2 должны быть приняты.
27. Выход приемопередатчика подключить к магазину затухания, параллельно магазину затухания подключить конденсатор C4 емкость которого необходимо рассчитать по формуле:   
    C4 (мкФ) = 8,74/f (кГц).
28. На приемопередатчике 1 поочередно произвести пуски всех команд в следящем режиме. Длительность передачи каждой команды 20с.
29. Прием контрольного сигнала и ложных команд контролировать по индикатору и записям в журнале, уровень КС не должен снижаться более чем на 1 дБ, ложные команды должны отсутствовать.
30. Во время передачи приемопередатчиком 1 каждой следящей команды, от передатчика 2 произвести пуски всех команд.
31. Зафиксировать прием команд приемником 1. Все поданные команды от передатчика 2 должны быть приняты.

По результатам проведенных опытов составить отчет.

* + 1. Проверка избирательности приемника (воздействие мешающего сигнала вне номинальной полосы частот), в соответствии с требованиями 1.5.44 настоящих ТУ.

При проверке необходимо учитывать расположение полосы приема относительно полосы передачи.

Для проверки избирательности собирается установка (рисунок 5.4.2), состоящая из двух приемопередатчиков, один из которых испытываемый, а другой вспомогательный, нагрузки (магазина затуханий), генератора мешающего сигнала, источника управляющего напряжения для передачи команд. При этом генератор должен быть способен формировать мешающий сигнал необходимой мощности (до 46 дБм). Для упрощения, ВЧ устройство фильтрации, согласования и развязки (ВЧ УФСР) и фильтр питания (ФП-01) на рисунке не показаны.



Рисунок 5.4.2. Установка для проверки устойчивости приемника к воздействию мешающих сигналов

По результату проверки составляется таблица 5.4.1.

Таблица 5.4.1. Допустимые уровни мешающего сигнала в зависимости от расстройки частоты относительно края рабочей полосы

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Величины | Значения | | | | |
| Расстройка частоты  Δf, кГц | 0,1 | 2 | 4 | 6 | 8 и более |
| Уровень мешающего сигнала  Pмеш, дБм |  |  |  |  |  |

Проверку проводят в следующей последовательности.

1. Собрать установку в соответствии с рисунком 5.4.2.
2. Испытываемый приемопередатчик перевести в тестовый режим проверки с отключением передатчика. Со вспомогательного приемопередатчика подать КС, затем все команды в следящем режиме. Установить чувствительность испытуемого приемника минус 28 дБм. С помощью магазина затухания на входе испытываемого приемопередатчика установить уровень принимаемого сигнала на 1 дБ выше чувствительности.
3. Убедиться в прохождении всех команд.
4. На вход испытуемого приемника подавать мешающий сигнал с частотой, имеющей расстройку Δf = 0.1 кГц относительно края полосы. Изменяя мощность генератора мешающего сигнала, установить максимальную величину уровня мешающего сигнала Pмеш, дБм заданной частоты, при котором не будет происходить потери КС и не будет отказа в прохождении команд. Эту величину поместить в таблицу.
5. Изменить частоту мешающего сигнала (Δf, кГц = 2, 4, 8 кГц) и повторить п.4.
   * 1. Испытания на устойчивость приемника при воздействии селективной помехи (мешающего сигнала в номинальной полосе частот), в соответствии с требованиями 1.5.45 настоящих ТУ.

Для проверки собирается установка, состоящая из двух приемопередатчиков, один из которых испытываемый, а другой вспомогательный, нагрузки (магазина затуханий), генератора ВЧ сигналов, в соответствии с рисунком 5.4.2, при этом в качестве генератора ВЧ сигналов достаточно использовать генератор малой мощности, а источник управляющего напряжения для подачи команд не задействуется.

Проверку проводят в следующей последовательности.

1. Собрать установку в соответствии с рисунком 5.4.2.
2. Испытываемый приемопередатчик перевести в тестовый режим проверки с отключением передатчика, установить уровень чувствительности испытуемого приемника минус 28 дБм.
3. С помощью магазина затухания на входе испытываемого приемопередатчика установить уровень КС на 2 дБ выше чувствительности.
4. На вход приемника от генератора последовательно подавать сигналы с заданными частотами, соответствующими КС и частотам команд, в соответствии с таблицей 1.4.2, в зависимости от режима работы приемопередатчиков.
5. Изменяя мощность генератора мешающего сигнала, установить максимальную величину уровня сигнала заданной частоты, при котором не будет происходить принятия ложных команд.
6. Полученные величины поместить в таблицу 5.4.2, где f – частота селективной помехи, кГц; Uдоп – допустимый уровень селективной помехи, дБм.

Таблица 5.4.2. Допустимые уровни селективной помехи в канале команд

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f | fкc | f1 | f2 | f3 | f4 | f5 | f6 | f7 | f8 | f9 |
| Uдоп |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| f | f10 | f11 | f12 | f13 | f14 | f15 | f16 | f17 | f18 | f19 |
| Uдоп |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| f | f20 | f21 | f22 | f23 | f24 | f25 | f26 | f27 | f28 | f29 |
| Uдоп |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| f | f30 | f31 | f32 |
| Uдоп |  |  |  |

После чего полученные данные сопоставляются, в результате выбирается наименьшее значение Uдоп .

* + 1. Испытания на вероятность приема ложной команды (безопасность) при воздействии помех типа белого шума, в соответствии с требованиями 1.5.46 настоящих ТУ.

Вероятность наблюдения события с доверительным уровнем 95% вычисляется по следующей формуле (7):

, (7)

где:

N - общее количество сделанных попыток на ложное действие;

E - количество наблюдаемых событий (полученных ложных действий).

Вероятность приема ложной команды Рл.к.в соответствии с п. 1.5.46. составляет 0.000001 (10).

Исходя из приведенной формулы (7), а также учитывая то, что приемопередатчик имеет М независимых каналов для приема команды, т.е. одна попытка на возможность ложного действия может привести одновременно к М событиям, составлена таблица 5.4.3, показывающая, какое количество событий Е ложного приема команд допустимо при N произведенных попытках на возможность такого действия.

Таблица 5.4.3. Зависимость количества необходимых попыток (N) от количества событий (Е) для вероятности Рл.к=10, количество команд 32

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Величины | Значения | | | |
| N, не менее | 93750 | 150888 | 202003 | 250000 |
| E, не более | 1 | 2 | 3 | 4 |

Схема испытаний приведена на рисунке 5.4.3.

В состав установки входят:

- два приемопередатчика – испытываемый и вспомогательный;

- система формирования шума в составе широкополосного генератора шума (ГШ), полосового фильтра и широкополосного усилителя мощности УМШ, с согласованной нагрузкой;

- искусственная линия (эквивалент линии) ИЛ с регулируемым затуханием;

- МПУ - устройство управления и контроля;

- для упрощения, ВЧ устройство фильтрации, согласования и развязки (ВЧ УФСР) и фильтр питания (ФП-01) на рисунке не показаны.

Подготовка к испытаниям включает следующее:

1. Затухание ИЛ установить таким образом, чтобы уровень сигнала КС на входе испытываемого приемопередатчика был на 2 дБ выше порога чувствительности.
2. Путем регулировки выходного уровня ГШ на выходе УМШ установить уровень, на 20 дБ превышающий уровень КС.

В процессе испытаний МПУ управляет реле К1 в соответствии с временн**о**й диаграммой, в результате чего на приемник команд испытываемого приемопередатчика с периодичностью 250 мс последовательно подается контрольный сигнал (длительностью 50 мс) и помеха (длительностью 200 мс).



Рисунок 5.4.3. Схема установки для испытаний на безопасность

Минимальное количество опытов N, которое необходимо произвести для получения вероятности ложного приема одной из возможных команд Pл.к.=0.000001, равно 93750 (для 32 команд), при 1 (одном) случае ложного приема команды. Если число наблюдаемых событий Е за данное данный период наблюдения превысило 1, то количество попыток следует увеличить до следующего значения N, соответствующего данному Е (при E=2 соответственно N = 150888).

Увеличение количества опытов приводит к существенному увеличению времени проведения испытаний. При длительности одного опыта (0.25 сек) минимальное время эксперимента при N = 250000 составит 18 часов. При этом, если число полученных ложных команд за соответствующее время испытаний превысит 4, приемопередатчик считается не прошедшим испытания.

* + 1. Испытания на вероятность пропуска команды (надежность) при скачкообразном увеличении затухания и воздействии помех типа белого шума, на соответствие требованиям 1.5.47 настоящих ТУ.

Вероятность пропуска команды Рп.к. при скачкообразном увеличении затухания и воздействии помехи типа белого шума с соотношением сигнал/помеха 6 дБ в полосе 4 кГц составляет 0.0001 (10-4). При этом пропуском команды считается отказ в приеме команды приемником, а также увеличение времени приема свыше 32 мс.

Исходя из формулы (7), составлена таблица 5.4.4, показывающая, какое количество событий Е отказа приема команд допустимо при N произведенных попытках на возможность такого действия, при количестве передаваемых команд 32.

Таблица 5.4.4. Зависимость количества необходимых попыток (N) от количества событий (Е) для вероятности Рп.к=0.0001, количество команд 32

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Величины | Значения | | | |
| N | 938 | 1509 | 2020 | 2500 |
| E | 1 | 2 | 3 | 4 |

Испытания проводятся в соответствии со схемой на рисунке 5.4.4. Для упрощения, ВЧ устройство фильтрации, согласования и развязки (ВЧ УФСР) и фильтр питания (ФП-01) на рисунке не показаны.



Рисунок 5.4.4. Установка для испытаний на надежность

В состав установки входят:

- два приемопередатчика – испытываемый и вспомогательный;

- система формирования шума в составе широкополосного генератора шума (ГШ), полосового фильтра и широкополосного усилителя мощности УМШ, с согласованной нагрузкой;

- искусственная линия (эквивалент) ИЛ с регулируемым затуханием;

- элемент дополнительного затухания 22 дБ;

- сумматор сигнала и помехи;

- МПУ - устройство управления и контроля, формирующее управляющие сигналы команд в соответствии с временной диаграммой работы установки (рисунок 5.4.5.), также фиксирующее факт и время задержки приема одной из команд.



Рисунок 5.4.5. Временная диаграмма работы установки испытания на надежность

В соответствии с представленной диаграммой, МПУ с периодичностью 2 с формирует 32 управляющих воздействия, по 50 мс каждое, суммарной длительностью 1.6 с, в течение которого производится последовательная передача 32 команд от вспомогательного приемопередатчика в сторону испытываемого, с одновременной передачей команды от последнего, также при этом производится переключение реле К1, коммутирующего дополнительный элемент затухания 22 дБ. В результате ВЧ сигналы команд поступают на приемник ослабленными на 22 дБ, на которые дополнительно накладываются помеха типа белого шума от ГШ и помеха в виде сигнала своего передатчика.

Подготовка к испытаниям включает следующее.

* Затухание ИЛ установить таким образом, чтобы уровень сигнала КС на входе испытываемого приемопередатчика был на 16 дБ выше порога чувствительности. В этом случае при скачкообразном введении затухания 22 дБ при передаче команды, имеющей уровень на 12 дБ выше КС, уровень приема команды будет на 6 дБ выше порога чувствительности.
* Уровень белого шума на входе приемника установить равным порогу чувствительности.

Минимальное количество опытов N, которое необходимо произвести для получения вероятности отказа приема одной из возможных команд Pп.к.=0.0001, равно 938, при 1 (одном) случае отказа приема команды. Если число наблюдаемых событий Е за данный период наблюдения превысило 1, то количество попыток следует увеличить до следующего значения N, соответствующего Е. При этом, если число полученных отказов при 2500 опытах превысит 4, приемопередатчик считается не прошедшим испытания.

## Проверки на соответствие требований к электропитанию

* + 1. Проверка качества функционирования. Нормальный режим работы.

Проверка качества функционирования приемопередатчика осуществляется в нормальных климатических условиях и номинальном напряжении питания, если иное не оговорено особо.

Нормальные климатические условия характеризуются следующими значениями климатических факторов:

* температура окружающей среды (25 ± 10) °С;
* относительная влажность воздуха (45 – 80) %;
* атмосферное давление (630 – 800) мм рт. ст. (80 – 110,6 кПа).

Номинальным напряжением питания считается напряжение, указанное в 1.7.1.

Для облегчения проверки качества функционирования можно использовать специальный стенд, имитирующий входные сигналы и позволяющий контролировать выходные сигналы и сигнализацию. Схема включения аппаратуры для проверки качества функционирования показана на рисунке 5.5.1.



Примечания:

1 в варианте исполнения до 8 команд устанавливается универсальный блок с клеммами приема и передачи команд КСК, в варианте исполнения более 8 команд устанавливаются раздельные блоки клемм передачи команд КПРД и приема команд КПРМ.

Рисунок 5.5.1. Подключение приемопередатчика для проверки качества функционирования

На рисунке представлены:

ВП – клеммы блока внешних подключений;

КСК (КПРД, КПРМ) – клеммы блока сигналов команд;

ПИ – панель индикации;

БП2 – клеммы питания аппаратуры;

ВЧ (лин1 и общ) – клеммы подключения ВЧ кабеля на усилителе мощности;

ВЧ УФСР – ВЧ устройство фильтрации, согласования и развязки;

ИП – источник питания;

ПК – персональный компьютер, подключается только для контроля параметров, часов, журналов. На время проведения испытаний отключается.

При проверке испытываемый приемопередатчик должен находиться во включенном состоянии и быть соединен с вспомогательным приемопередатчиком в канал через фильтр синхронных помех и искусственную линию с характеристическим сопротивлением 75 Ом и затуханием 20 дБ. При этом уровень сигнала на входе приемника должен быть на 4 дБ выше установленного уровня чувствительности. Уровень сигнала на входе приемника контролируется по ЖКИ. Установленный уровень чувствительности задается при производстве, окончательно устанавливается при пуско-наладочных работах и указывается в паспорте на изделие.

На ВЧ выход испытываемого приемопередатчика устанавливается селективный ВЧ вольтметр для контроля уровней сигналов.

Вспомогательный образец должен быть отнесен на расстояние не менее 5 м.

Испытываемый образец должен быть установлен в режим «Введен». После включения, при исправности всех блоков, приемопередатчик переходит в режим «Авария». Для перехода в режим «Введен», необходимо нажать кнопку «Enter» на передней панели.

Питание испытываемого приемопередатчика должно осуществляться от источника постоянного напряжения 220В, который подключается через фильтр питания. Фильтр питания необходимо заземлять.

Для контроля информационной целостности, до проведения испытаний и после их проведения необходимо подключать персональный компьютер. Во время проведения испытаний необходимо отключить кабель персонального компьютера от передней панели.

Критерии качества функционирования и методы оценки указаны в таблице 5.5.1.

Таблица 5.5.1. Критерии качества функционирования и методы оценки

| Критерий | Метод оценки | Примечания |
| --- | --- | --- |
| Отсутствие повреждений | Визуальный осмотр |  |
| Отсутствие ложной сигнализации | Визуально контролируется отсутствие зажигания светодиодов «Авария», «Предупреждение», на передней панели приемопередатчика. Также контролируется отсутствие замыкания клемм «Авария», «Предупреждение». | Контроль замыкания клемм осуществляется по срабатыванию блинкеров стенда. |
| Отсутствие ложных команд | Контролируется отсутствие замыкания выходных клемм блока КСК (КПРМ) и информации о прохождении команд на ЖКИ каждого из приемопередатчиков. | Контроль замыкания клемм осуществляется по срабатыванию блинкеров стенда. |
| Наличие контрольной частоты на выходе в режиме отсутствия команд | Контролируется по показаниям ЖКИ, ВЧ вольтметра, подключенного к ВЧ выходу, и наличием контрольной частоты на вспомогательном приемопередатчике | Уровень 13.5В (34дБм) |
| Наличие контрольной частоты от вспомогательного приемопередатчика в режиме отсутствия команд | Контролируется по показаниям сигнализации о приеме контрольной частоты (светодиод КЧ) | Уровень не менее 16 дБ (относительно чувствительности) |
| Правильность прохождения команд | Контролируется путем ручного пуска команд и установления факта приема команд на противоположном конце | Команды подавать со стенда |
| Отсутствие перезагрузок | Контролируется по показаниям ЖКИ и содержимому журнала событий. |  |
| Отсутствие изменения параметров | Контролируется считыванием параметров на персональный компьютер |  |
| Отсутствие сбоев часов | Контролируется сравнением показаний часов приемопередатчика и персонального компьютера |  |
| Отсутствие потерь информации в журналах событий | Контролируется считыванием журналов работы на персональный компьютер и анализом. |  |

Приемопередатчик признается нормально функционирующим (т.е. работающим в нормальном режиме), если выполняются все критерии качества функционирования.

* + 1. Проверка параметров при изменениях напряжения питания на соответствие требованиям 1.7.1 настоящих ТУ.

Сохранение параметров при изменениях питающего напряжения проверяют на соответствие требованиям приемо-сдаточных испытаний (таблица 4.2.1) при крайних значениях питающего напряжения:

* при поставке 220 В использовать значения (242±2) В и (176±2) В,
* при поставке 110 В использовать значения (121±2) В, (82±2) В.
  + 1. Проверка потребляемой мощности на соответствие требованиям 1.7.2 настоящих ТУ.

Потребляемую мощность проверяют методом амперметра-вольтметра (рисунок 5.5.2) на автономном рабочем месте при работе приемопередатчика в режиме передачи сигнала следящей команды на внешний эквивалент нагрузки при напряжении питания, равном номинальному значению. Необходимо обеспечить внешнюю нагрузку мощностью не менее 40 Вт.



Рисунок 5.5.2 Схема проверки потребляемой мощности.

* + 1. Проверка устойчивости к провалам, прерываниям и пульсациям напряжения электропитания на соответствие требованиям 1.7.3 настоящих ТУ.

При проверке испытываемый образец должен находиться в нормальном режиме работы (п. 5.5.1).

Проверку устойчивости приемопередатчика к провалам, прерываниям и пульсациям электропитания проводят следующим образом:

1) Провалы электропитания.

Снизить напряжение питания до 154 В на время 1 с. Испытания повторять 3 раза с перерывами 1 мин. (ГОСТ Р 51317.6.5)

Снизить напряжение питания до 88В на время 0.5 с. Испытания повторять 3 раза с перерывами 1 мин.

2) Перерывы электропитания длительностью до 0,5 сек.

Отключить напряжение питания на время 0.5 с. Испытания повторять 3 раза с перерывами 1 мин. (ГОСТ Р 51317.6.5)

3) Пульсации напряжения электропитания.

Испытания проводят по методике ГОСТ Р 51317.4.17, класс жесткости 3. Величина пульсаций должна составлять 10%, частота 50 Гц.

Приемопередатчик считается выдержавшим испытания, если во время и после испытаний он оставался в нормальном режиме работы.

* + 1. Проверка устойчивости к включению, выключению и медленному изменению напряжения электропитания на соответствие требованиям 1.7.4 настоящих ТУ.

Проверку устойчивости приемопередатчика к включению и выключению электропитания проводят следующим образом.

1) Включение и выключение электропитания

Трижды выключить и включить питание приемопередатчика с паузами между коммутациями (5 секунд). Приемопередатчик считают выдержавшим испытание, если при каждом включении приемопередатчик переходит в нормальный режим работы (после нажатия «Enter»), а время, прошедшее от момента включения аппаратуры до начала выполнения всех ее функций, составляет не более 30 с.

2) Медленное изменение напряжения электропитания

Трижды медленно (более чем за 10 секунд) уменьшить напряжение электропитания от номинального значения до нуля. Затем медленно (более чем за 10 секунд) увеличить его от нуля до номинального значения, наблюдая, что в процессе изменения напряжения питания происходит сначала выключение, а затем включение приемопередатчика. Приемопередатчик считают выдержавшим испытание, если в течение всей проверки:

* отсутствовали ложные пуски команд (контролировать так же как в п. 5.5.1);
* при каждом включении приемопередатчик переходит в нормальный режим работы (после нажатия «Enter»), а время, прошедшее от момента включения аппаратуры до начала выполнения всех ее функций, составляет не более 30 с.
  + 1. Проверка времени перезагрузки на соответствие требованиям 1.7.5 настоящих ТУ.

Проверка времени от момента включения аппаратуры до начала выполнения всех ее функций производится в процессе проведения проверок по п. 5.5.4.

* + 1. Проверка на включение с обратной полярностью на соответствие требованиям 1.7.6 настоящих ТУ.

Проверку устойчивости приемопередатчика к включению электропитания с обратной полярностью проводят следующим образом:

* выключить тумблер питания на лицевой панели блока БП1;
* подключить питание к клеммам блока БП2 в обратной полярности;
* включить тумблер питания на лицевой панели блока БП1;
* проконтролировать отсутствие свечения индикатора «+220» на лицевой панели блока БП1;

- выключить тумблер питания на лицевой панели блока БП1;

- подключить питание к клеммам блока БП2 в прямой полярности;

- перевести приемопередатчик в режим «Введен»;

- проконтролировать нормальный режим работы.

## Проверки и испытания на соответствие требованиям к безопасности

* + 1. Проверка конструкции, монтажа и наладки на соответствие требованиям 2.1 настоящих ТУ.

Проверка качества конструкции и монтажа проверяют внешним осмотром.

* + 1. Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции на соответствие требованиям 2.2 - 2.5 настоящих ТУ.

Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции производится для цепей, указанных в таблицах 5.6.1 и 5.6.2.

Таблица 5.6.1 – Цепи питания, сигнализации, входных и выходных сигналов с напряжением более 60 В

| Группа цепей | Место измерения | | |
| --- | --- | --- | --- |
| Блок | Маркировка | Цепь |
| Цепи питания | Фильтр питания | +БАТ | Плюс батареи |
| -БАТ | Минус батареи |
| Цепи сигнализации | Блок КВП | Авария | Общая неисправность |
| Предупр | Предупредит. сигн. |
| Ком ПРД | Сигнализация передачи команд |
| Ком ПРМ | Сигнализация приема команд |
| Контактные управляющие входы команд | Блок КСК или КПРД1 | ±(1…32) | Входы команд |
| Контактные выходы команд | Блок КСК или КПРМ1 | ±(1…32) | Выходы команд |
| Контактные входы управления | Блок КВП | Пуск ПРМ | Перевод приемника команд в нормальный режим работы |
| Сброс инд | Сброс светодиодной индикации переданных и принятых команд |
| Упр. ТМ | Вход управления телемеханики |

Примечание:

1 в варианте исполнения до 8 команд устанавливается универсальный блок с клеммами приема и передачи команд КСК, в варианте исполнения более 8 команд устанавливаются раздельные блоки клемм передачи команд КПРД и приема команд КПРМ.

Таблица 5.6.2 – Цепи входных и выходных сигналов с напряжением менее 60 В

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Группа цепей | Место измерения | | |
| Блок | Маркировка | Цепь |
| Цепи внешних интерфейсов | Блок КВП | ±Лок сеть | Интерфейс для связи с АСУ ТП |
| ±Rx TM | Интерфейс сигналов телемеханики |
| ±Tx TM |
| ±Rx ЦМ | Интерфейс сигналов цифрового переприема |
| ±Tx ЦМ |
| Ethernet1/2 | Интерфейс для связи с АСУ ТП и сетью IEC 61850-8-1 |

При проверке прочности изоляции цепи устройства испытываются:

Для цепей, указанных в таблице 5.6.1

* переменным напряжением 2500 В (эфф.) в течение 1 мин;
* импульсами напряжением 5 кВ (макс), длительностью 50 мкс, положительной и отрицательной полярности. Подается по 3 импульса с интервалом 5 секунд.

Для цепей, указанных в таблице 5.6.2

* переменным напряжением 500 В (эфф.) в течение 1 мин;
* импульсами напряжением 1 кВ (макс), длительностью 50 мкс, положительной и отрицательной полярности. Подается по 3 импульса с интервалом 5 секунд.

Перед измерениями все входные и выходные контакты внутри группы цепей соединяются между собой. Провода, подводящие напряжение питания, должны быть отключены. Проверка производится последовательно между группами проверяемых цепей и корпусом.

Для сокращения времени на техническое обслуживание и наладку испытания электрической прочности и измерения сопротивления изоляции рекомендуется проводить совместно.

Аппаратура считается выдержавшей испытание, если:

- после проверки она сохранила свою работоспособность;

- в процессе проверки прочности изоляции не наблюдались ее пробои;

- сопротивление изоляции испытываемых цепей относительно корпуса соответствовало значениям, указанным в п. 2.5.

* + 1. Проверка наличия средств защиты на соответствие требованиям 2.6 - 2.8 настоящих ТУ.

Наличие средств защиты проверяют внешним осмотром. Переходное сопротивление проверяют милиомметром или мостом постоянного тока согласно инструкции на этот прибор.

Индикацию включения напряжения проверяют внешним осмотром.

Разрывы цепей каждого полюса источника электропитания выключателем проверяется омметром, для чего необходимо вынуть блок питания из кейса и замерить сопротивление между выводами выключателя во включенном и выключенном состоянии.

## Проверки и испытания на соответствие требованиям электромагнитной совместимости

* + 1. Проверка выполнения требований по электромагнитной совместимости

Перед началом испытаний по проверке требований по электромагнитной совместимости, во время проведения испытаний и после их окончания приемопередатчик должен находиться в нормальном режиме работы. В этом необходимо убедиться перед проведением испытаний и после их окончания, как указано в 5.5.1.

Уровни испытательных воздействий различных групп портов (таблица 1.7.1) сведены в таблицах 5.7.1.а (для клемм), 5.7.1.б (для порта корпуса) и 5.7.1.в (для порта функционального заземления).

Таблица 5.7.1.а Требования электромагнитной совместимости для **клемм**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Вид испытания | Группа цепей | Степень жесткости | Уровень воздействия |
| 1 | Микросекундные импульсные помехи большой энергии по схеме «провод-провод» /по схеме «провод-земля» по ГОСТ Р 51317.4.5 (МЭК 61000-4-5) | Порты электропитания постоянного тока | 3/4 | 2кВ/4кВ |
| ВЧ вход/выход | 3/4 | 2кВ/4кВ |
| Сигнальные порты | 2/3 | 1кВ/2кВ |
| Низковольтные порты | 1/2 | 0.5кВ/1кВ |
| Локальный интерфейс | 1/2 | 0.5кВ/1кВ |

Продолжение таблицы 5.7.1.а

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Вид испытания | Группа цепей | Степень жесткости | Уровень воздействия |
| 2 | Повторяющихся колебательные затухающие помехи по схеме «провод-провод»/по схеме «провод-земля» по ГОСТ Р 51317.4.12 (МЭК 61000-4-12). | Порты электропитания постоянного тока | 3/3 | 1кВ/2.5кВ |
| ВЧ вход/выход | 3/3 | 1кВ/2.5кВ |
| Сигнальные порты | 2/2 | 0.5кВ/1кВ |
| Низковольтные порты | 2/2 | 0.5кВ/1кВ |
| 3 | Одиночные колебательные затухающие помехи, по схеме «провод-провод»/по схеме «провод-земля» по ГОСТ Р 51317.4.12 (МЭК 61000-4-12). | Порты электропитания постоянного тока | 4/4 | 2кВ/4кВ |
| ВЧ вход/выход | 4/4 | 2кВ/4кВ |
| Сигнальные порты | 4/4 | 2кВ/4кВ |
| Низковольтные порты | 2/2 | 0.5кВ/1кВ |
| 4 | Наносекундные импульсные помехи, по схеме «провод-земля» по ГОСТ Р 51317.4.4 (МЭК 61000-4-4). | Порты электропитания постоянного тока | 4 | 4кВ |
| ВЧ вход/выход | Х | 4кВ |
| Сигнальные порты | 3 | 2кВ |
| Низковольтные порты | 2 | 1кВ |
| 5 | Кондуктивные помехи в полосе частот (0 – 150) кГц,  длительное/1 сек по  ГОСТ Р 51317.4.16 | Порты электропитания постоянного тока | 3 | 30В/300В |
| ВЧ вход/выход | 4 | 30В/100В |
| Сигнальные порты | 4 | 30В/100В |
| 6 | Кондуктивные помехи в полосе частот (0,15 – 80) МГц, по  ГОСТ Р 51317.4.6 | Порты электропитания постоянного тока | 3 | 10В |
| ВЧ вход/выход | 3 | 10В |
| Сигнальные порты | 3 | 10В |
| Низковольтные порты | 3 | 10В |

Таблица 5.7.1.б Воздействия на **порт корпуса**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Вид воздействия | Степень жесткости | Уровень воздействия |
| 1 | Магнитное поле промышленной частоты  - непрерывное  - кратковременное, до 3 с  по ГОСТ Р 50648 (МЭК 1000-4-8) | 5  5 | 100 А/м  1000 А/м |
| 2 | Радиочастотное электромагнитное поле  по ГОСТ Р 51317.4.3 (МЭК 61000-4-3) | 3 | 10 В/м в полосе частот (80 - 1000) МГц |
| 3 | Электростатический разряд  - при контактном разряде  - при воздушном разряде  по ГОСТ Р 51317.4.2 (МЭК 61000-4-2) | 4  4 | ±8 кВ  ±15 кВ |
| 4 | Импульсного магнитного поля  по ГОСТ Р 50649 (МЭК 1000-4-9) | 5 | 1000 А/м |
| 5 | Колебательное затухающее магнитное поле по ГОСТ Р 50652 (МЭК 1000-4-10) | 5 | 100 А/м (100 кГц, 1 МГц) |

Таблица 5.7.1.в Воздействия на **порт защитного заземления**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Вид воздействия | Степень жесткости | Уровень воздействия |
| 1 | Наносекундные импульсные помехи, по схеме «провод-земля» по ГОСТ Р 51317.4.4 (МЭК 61000-4-4). | 4 | 4кВ |
| 2 | Кондуктивные помехи в полосе частот (0,15 – 80) МГц, по ГОСТ Р 51317.4.6 | 3 | 10В |
| 3 | Токи микросекундных импульсных помех в цепи защитного заземления по ГОСТ Р 50746 | 4 | амплитуда импульса тока на короткозамкнутом входе испытательного генератора 200А |
| 4 | Токи кратковременных синусоидальных помех частотой 50 Гц в цепи защитного заземления по ГОСТ Р 50746 | 4 | амплитуда посылок тока на короткозамкнутом входе испытательного генератора 200А |

Приемопередатчик считается выдержавшим испытания, если во время проведения испытаний и после их прекращения не произошло:

- ложной сигнализации

- ложных пусков команд

- ложных замыкай клемм команд

Контролировать данные события следует, как описано в п. 5.5.1.

* + 1. Проверка на устойчивость к воздействию микросекундных импульсных помех большой энергии (1/50 мкс – 6,4/16 мкс, 1.8.3 - 1.8.6)

Испытания проводить по методике ГОСТ Р 51317.4.5 (МЭК 61000-4-5).

Испытания проводить по группам цепей. Степень жесткости (величина испытательного напряжения) устанавливается в зависимости от группы цепей. (таблицы 5.7.1 а, б, в). Принадлежность цепей к группе указана в таблице 1.7.1.

Одноименные полюса каждой группы цепей соединить между собой. Воздействия помех осуществлять между:

1) разноименными полюсами цепей

2) соединенными между собой цепями и корпусом.

Для каждого из вариантов 1 и 2 подавать по 5 импульсов с частотой 1 импульс в минуту положительной полярности и по 5 импульсов с частотой 1 импульс в минуту отрицательной полярности. Длительность фронта импульса 1мкс, длительность импульса 50мкс.

* + 1. Проверка на устойчивость к воздействию повторяющихся колебательных затухающих помех (1.8.3 - 1.8.6)

Испытания проводить по методике ГОСТ Р 51317.4.12 (МЭК 61000-4-12).

Испытания проводить по группам цепей. Степень жесткости (величина испытательного напряжения) устанавливается в зависимости от группы цепей. (таблицы 5.7.1 а, б, в). Принадлежность цепей к группе указана в таблице 1.7.1.

Одноименные полюса каждой группы цепей соединить между собой. Воздействия помех осуществлять между:

1) разноименными полюсами цепей

2) соединенными между собой цепями и корпусом.

Для каждого из вариантов 1 и 2 подавать по пять импульсов у положительной полярности и по пять импульсов отрицательной полярности. Длительность фронта импульса 1 мкс, длительность импульса 50 мкс.

* + 1. Проверка на устойчивость к воздействию одиночных колебательных затухающих помех (1.8.3 - 1.8.6)

Испытания проводить по методике ГОСТ Р 51317.4.12 (МЭК 61000-4-12).

Испытания проводить по группам цепей. Степень жесткости (величина испытательного напряжения) устанавливается в зависимости от группы цепей. (таблицы 5.7.1 а, б, в). Принадлежность цепей к группе указана в таблице 1.7.1.

Одноименные полюса каждой группы цепей соединить между собой. Воздействия помех осуществлять между:

1) разноименными полюсами цепей

2) соединенными между собой цепями и корпусом.

Для каждого из вариантов 1 и 2 подавать по пять импульсов у положительной полярности и по пять импульсов отрицательной полярности. Длительность фронта импульса 1 мкс, длительность импульса 50 мкс.

* + 1. Проверка на устойчивость к воздействию наносекундных импульсных помех (1.8.3 - 1.8.7)

Испытания проводить по методике ГОСТ Р 51317.4.4 (МЭК 61000-4-4).

Испытания проводить по группам цепей. Степень жесткости (величина испытательного напряжения) устанавливается в зависимости от группы цепей. (таблицы 5.7.1 а, б, в). Принадлежность цепей к группе указана в таблице 1.7.1.

Все полюса каждой группы цепей соединить между собой. При испытаниях:

- порты электропитания постоянного тока и цепи ВЧ входа/выхода подключать через устройство связи-развязки.

- цепи сигнальных портов, низковольтных портов и локального интерфейса пропускать через клещи связи.

Производить испытания на воздействие импульсов обеих полярностей.

Длительность испытаний по каждой цепи 1 мин. Частота повторения пачек импульсов 5 кГц.

* + 1. Проверка на устойчивость к воздействию кондуктивных помехи в полосе частот (0 – 150 кГц , 1.8.3 - 1.8.5)

Испытания проводить по методике по ГОСТ Р 51317.4.16.

Испытания проводить по группам цепей. Степень жесткости (величина испытательного напряжения) устанавливается в зависимости от группы цепей. (таблицы 5.7.1 а, б, в). Принадлежность цепей к группе указана в таблице 1.7.1.

Испытания проводить при воздействии длительных помех постоянного тока и на частоте 50 Гц. Длительность воздействия 1 мин. Не проводить испытания управляющих входов выше порога срабатывания.

Одноименные полюса каждой группы цепей соединить между собой. Воздействия помех осуществлять между разноименными полюсами цепей.

* + 1. Проверка на устойчивость к воздействию кондуктивных помехи в полосе частот ((0,15 – 80) МГц, 1.8.3 - 1.8.6)

Испытания проводить по методике ГОСТ Р 51317.4.6.

Испытания проводить по группам цепей. Степень жесткости (величина испытательного напряжения) устанавливается в зависимости от группы цепей. (таблицы 5.7.1 а, б, в). Принадлежность цепей к группе указана в таблице 1.7.1.

Все полюса каждой группы цепей соединить между собой. При испытаниях:

- порты электропитания постоянного тока и цепи ВЧ входа/выхода подключать через устройство связи-развязки.

- цепи сигнальных портов, низковольтных портов и локального интерфейса пропускать через индукционные клещи.

Длительность воздействия на фиксированной частоте 1 секунда.

Не проводить испытания ВЧ входа/выхода в рабочей полосе частот (20 - 1000) кГц.

* + 1. Проверка на устойчивость к воздействию помех на корпус (1.8.8)

1. Воздействие магнитного поля промышленной частоты

Испытания проводить по методике ГОСТ Р 50648, степень жесткости 5.

Напряженность поля в кратковременном режиме должна составлять 1000 А/м., продолжительность три секунды.

Напряженность поля в постоянном режиме - 100 А/м, продолжительность - 1 минута.

Воздействие радиочастотного электромагнитного поля

Испытания проводить по методике ГОСТ Р 51317.4.3, степень жесткости 3.

Напряженность поля в диапазоне частот (80…1000) МГц – 10В/м.

Воздействие электростатического разряда

Испытания проводить по методике ГОСТ Р 51317.4.2, степень жесткости 4, с напряжением импульсного разрядного тока не менее:

- 8 кВ при контактном разряде;

- 15 кВ при воздушном разряде.

Воздействие электростатическими разрядами производить на:

- лицевые панели;

- органы управления и контроля на лицевых панелях;

- боковые панели;

- задние панели.

Контактные разряды подавать через конусный наконечник. На каждую точку подавать по 12 одиночных разрядов с частотой 1 с. Воздушный разряд подавать через сферический наконечник.

Воздействие импульсного магнитного поля

Испытания проводить по методике ГОСТ Р 50649, степень жесткости 5.

Напряженность поля (пиковое значение) 1000А/м, сдвиг импульсов по фазе относительно напряжения сети электропитания 0-360º с шагом 10º и сменой полярности. Количество импульсов 5.

Испытания проводить иммерсионным методом, помещая приемопередатчика в центр индукционной катушки в трех ортогональных плоскостях.

Воздействие колебательного затухающего магнитного поля

Испытания проводить по методике ГОСТ Р 50652 (МЭК 1000-4-10), степень жесткости 5.

Испытания проводить иммерсионным методом, помещая приемопередатчика в центр индукционной катушки в трех ортогональных плоскостях.

Количество посылок тока:

- не менее 40 посылок в секунду при частоте колебаний 0,1 МГц;

- не менее 400 посылок в секунду при частоте колебаний 1 МГц.

Длительность воздействия на каждой частоте не менее 5 секунд.

* + 1. Проверка на устойчивость к воздействию помех на порт защитного заземления (1.8.9)

Воздействие наносекундных импульсных помех.

Испытания проводить по методике ГОСТ Р 51317.4.4, степень жесткости 4.

Значение импульсов испытательного напряжения равняется 4 кВ, частота равняется 5 кГц.

Испытательное воздействие подавать через емкость 33 нФ на корпус прибора. Производить испытания на воздействие импульсов обеих полярностей.

Длительность испытаний 1 мин.

Воздействие кондуктивных помех.

Испытания проводить по методике ГОСТ Р 51317.4.6, степень жесткости 3.

Полоса частот от 150 кГц до 80 МГц.

Длительность воздействия на фиксированной частоте 1 секунда.

Воздействие токов микросекундных импульсных помех в цепи защитного заземления.

Испытания проводить по методике ГОСТ Р 50746, степень жесткости 4.

При испытаниях подают по 10 импульсов положительной и отрицательной полярности.

Максимальное импульсное значение тока – 200 А.

Длительность импульса тока – 300 мкс.

Период повторения импульсов тока – 1 мин.

Выход испытательного генератора должен быть незаземленным.

Воздействие токов кратковременных синусоидальных помех в цепи защитного заземления.

Испытания проводить по методике ГОСТ Р 50746, степень жесткости 4.

При испытаниях подавать 10 посылок тока.

Максимальное импульсное значение тока – 200 А.

Длительность посылки – 3 секунды.

Период повторения посылок – 1 мин.

Выход испытательного генератора должен быть незаземленным.

* + 1. Проверка напряженности электромагнитного поля индустриальных радиопомех, создаваемая приемопередатчиком (1.8.10)

Испытания проводят по методике ГОСТ Р 51320 на соответствие требованиям ГОСТ Р 51318.22.

* + 1. Проверка напряжений индустриальных радиопомех, создаваемых приемопередатчиком (1.8.11)

Испытания проводят по методике ГОСТ Р 51320 на соответствие требованиям ГОСТ Р 51318.22.

## Проверки требований к мониторингу, сигнализации, измерениям, управлению

* + 1. Проверки мониторинга и сигнализации, на соответствие требованиям 1.10.1 - 1.10.6 настоящих ТУ.

Для проверки средств мониторинга необходимо вывести комплект приемопередатчиков в нормальный режим работы (п. 5.5.1). Подключить к испытываемому приемопередатчику персональный компьютер, через порт локального конфигурирования на передней панели БСП.

Запустить прилагаемое программное обеспечение в виде программы-приложения на ПК и наблюдать в открытом окне этого приложения состояние приемопередатчика:

* напряжение и ток выхода передатчика;
* сигнализацию исправности блоков;
* текущее время.

Для мониторинга состояния канала связи необходимо имитировать изменение состояния канала и наблюдать срабатывание сигнализации на стенде и в окне открытого приложения. Для этого необходимо с помощью магазина затуханий постепенно вводить дополнительное затухание и фиксировать изменения показаний:

* уровня ВЧ сигнала на входе приемника;
* факт приема КС;
* действия сигнализации.

Необходимо последовательно зафиксировать следующие состояния:

* снижение показаний уровня сигнала на входе приемника;
* срабатывание предупредительной сигнализации при заданной величине порога;
* индикацию потери КС;
* срабатывание аварийной сигнализации (через 5 с после потери КС)

Восстановить затухание. Убедиться в автоматическом отключении предупредительной сигнализации. Сбросить аварийную сигнализацию из окна приложения на компьютере и ввести комплект приемопередатчиков в нормальный режим работы.

Путем отключения нагрузки ВЧ передатчика имитировать снижение тока (напряжения) выхода передатчика и наблюдать соответствующую индикацию в окне программы.

Для контроля сигнализации действия подавать последовательно команды, поочередно на каждый приемопередатчик и фиксировать в окне программы-приложения:

* сигнализацию передачи команд:
* сигнализацию приема команд.

Для этого переключиться в окне программы-приложения на управление испытуемым приемопередатчиком. Произвести:

* сброс сигнализации на своем приемопередатчике;
* ввод в действие своего приемника;
* пуск команд.

Далее переключиться в окне программы-приложения на управление вспомогательным (удаленным) приемопередатчиком.

Произвести:

* сброс сигнализации на удаленном приемопередатчике;
* ввод в действие удаленного приемника;
* пуск команд.

Убедиться в прохождении команд и на испытываемом и удаленном приемопередатчике. Сбросить в окне программы-приложения сигнализацию испытуемого и удаленного приемопередатчика.

* + 1. Проверка управления с клавиатуры, в соответствии с требованиями 1.10.7 настоящих ТУ.

С помощью клавиатуры произвести:

* сброс сигнализации на приемопередатчике;
* ввод в действие приемника команд;

Проверки сброса сигнализации и ввод в действие приемника команд производить совместно с 5.8.1 при соответствующем пуске команд.

* + 1. Проверка программы тестов, в соответствии с требованиями 1.10.8 настоящих ТУ.

Запустить в окне программы выполнение тестов. Следовать инструкциям программы и РЭ.

## Проверки на соответствие требований к программному обеспечению, регистрации, HM-интерфейсу, локальной сети

* + 1. Проверка функционирования программного обеспечения по конфигурированию, получению данных из журнала событий, работы в локальной сети, в соответствии с требованиями 1.4 настоящих ТУ, должна проверяться совместно с внешним ПК, в соответствии с руководством по эксплуатации ПБКМ.42 4325.005 РЭ.

Для осуществления проверки необходимо составить установку, состоящую из двух приемопередатчиков с номерами 1 и 2, подключенных друг к другу через искусственную линию. Подключить к одному из приемопередатчиков (испытываемому) ПК.

Запустить на ПК прилагаемое программное обеспечение и наблюдать в окне программы состояние приемопередатчика.

Произвести конфигурирование приемопередатчика в соответствии с заданными параметрами команд:

* время задержки срабатывания входа команды;
* продолжительность посылки команд;
* время задержки на возврат замкнутых выходных цепей;
* время задержки на фиксацию команды (срабатывание выходных элементов команд).

Произвести проверку установленных параметров в соответствии с п. 5.2.2.

С помощью вспомогательного приемопередатчика произвести действия, вызывающие работу сигнализации (пуск команд, потеря КС) на испытываемом приемопередатчике (в соответствии с п. 5.8.1).

С помощью ПК прочитать журнал событий и убедиться в фиксации действий сигнализации.

Подключить приемопередатчик к локальной сети. Произвести действия, вызывающие работу сигнализации. Прочитать через сервер локальной сети, журнал событий и убедиться в действии сигнализации.

* + 1. Регистрация событий, в соответствии с требованиями 1.4.2, 1.4.3 настоящих ТУ.

Убедиться в синхронности хода времени на приемопередатчике и персональном компьютере с помощью программы. Считать журнал событий и убедиться в наличии записи действий как испытуемого, так и вспомогательного приемопередатчика. Проанализировать записи, убедиться в отсутствии потерь информации и отсутствии ложных записей.

* + 1. Проверка времени самотестирования, в соответствии с требованиями 1.4.6 настоящих ТУ.

Включить электропитание на приемопередатчике (приемопередатчик до этого должен находится в выключенном состоянии более двух часов).

Проконтролировать время до входа в состояние работоспособности (на ЖК отображается состояние, характеризующее работоспособность приемопередатчика, в соответствии с РЭ).

* + 1. Проверка времени перезагрузки ПО при сбое процессора, в соответствии с требованиями 1.4.7 настоящих ТУ.

Проверку рекомендуется проводить совместно с проверками по 5.7.1, для чего собрать установку в соответствии с рисунком 5.5.1. Снять заземление с приемопередатчика.

На вход приемопередатчика подать наносекундные импульсные помехи, по схеме «провод-земля» по ГОСТ Р 51317.4.4 (МЭК 61000-4-4), в соответствии с таблицей 5.7.1.а, с повышенной амплитудой, в отсутствие заземления вызывающие сбой процессора. Процессор должен перезагрузиться. Пронаблюдать за временем восстановления работоспособности.

## Испытания на устойчивость к воздействию климатических факторов

Проверки проводятся на соответствие требованиям 1.11.1 и раздела 6 настоящих ТУ.

* + 1. Проверка на холодоустойчивость

Проверку приемопередатчика на холодоустойчивость производят следующим образом:

* приемопередатчик помещают в камеру холода, включают и при нормальных климатических условиях проверяют на соответствие требованиям нормального режима работы (как указано в 5.5.1) и выключают;
* устанавливают в камере температуру плюс (0 ± 2) °С и выдерживают приемопередатчик при этой температуре в течение 6 ч;
* по окончании выдержки приемопередатчик включают, проверяют на нормальный режим работы и выключают;
* температуру в камере понижают до минус (50 ± 3) °С и выдерживают приемопередатчик при этой температуре в течение 6 ч;
* температуру в камере повышают со скоростью от 1 до 2 °С в минуту до установления нормальных климатических условий и выдерживают приемопередатчик в этих условиях в течение 4 ч;
* включают приемопередатчик, после чего проверяют на нормальный режим работы.

Приемопередатчик считают выдержавшим испытания, если во время и после их проведения значения параметров соответствуют установленным в настоящих технических условиях.

* + 1. Проверка на теплоустойчивость

Проверку приемопередатчика на теплоустойчивость производят следующим образом:

* приемопередатчик помещают в камеру тепла, включают и при нормальных климатических условиях проверяют на соответствие требованиям нормального режима работы (5.5.1) и выключают;
* устанавливают в камере температуру плюс (45 ± 2) °С и выдерживают приемопередатчик при этой температуре в течение 6 ч;
* по окончании выдержки приемопередатчик включают, проверяют на нормальный режим работы и выключают;
* температуру в камере повышают до плюс (50 ± 2) °С и выдерживают приемопередатчик при этой температуре в течение 6 ч;
* камеру выключают, приемопередатчик извлекают и выдерживают в нормальных климатических условиях в течение 4 ч;
* включают приемопередатчик, после чего проверяют на нормальный режим работы.

Приемопередатчик считают выдержавшим испытания, если во время и после их проведения значения параметров соответствуют установленным в настоящих технических условиях.

* + 1. Проверка на влагоустойчивость

Проверку приемопередатчика на влагоустойчивость производят по методу 207-2 ГОСТ 20.57.406 следующим образом:

* приемопередатчик помещают в камеру влажности, включают, и, при нормальных климатических условиях, проверяют на нормальный режим работы (5.5.1), после чего приемопередатчик выключают.
* устанавливают в камере температуру плюс (20 ± 3) °С;
* через 1,5 ч относительную влажность в камере повышают до (95±3)% и выдерживают приемопередатчик в этом режиме в течение 4 суток;
* в конце выдержки приемопередатчик включают и проверяют на нормальный режим работы.

Приемопередатчик считают выдержавшим испытания, если во время и после их проведения значения параметров соответствуют установленным в настоящих технических условиях.

* + 1. Проверка на превышение температуры

Проверку приемопередатчика на превышение температуры производят следующим образом:

* приемопередатчик помещают в камеру тепла, включают и при нормальных климатических условиях проверяют на соответствие требованиям нормального режима работы (как указано в 5.5.1);
* устанавливают в камере температуру плюс (55 ± 2) °С, выдерживают приемопередатчик при этой температуре в течение 24 ч, фиксируют отклонения только тех параметров, что указаны в таблице 1.11.2;
* камеру выключают, приемопередатчик извлекают и выдерживают в нормальных климатических условиях в течение 4 ч;
* после чего проверяют на нормальный режим работы.

Приемопередатчик считают выдержавшим испытания, если до и после их проведения значения параметров соответствуют установленным в настоящих технических условиях.

## Испытания на устойчивость к механическим воздействиям

* + 1. Проверку на устойчивость к воздействию синусоидальных вибрационных нагрузок (1.12) проводят в соответствии с ГОСТ 20.57.406 по методу испытаний 102 с жестким креплением изделия на платформе вибростенда. Степень жесткости испытаний 1.

Включают приемопередатчик.

Включают вибростенд и плавно изменяют частоту в нормированном диапазоне от нижнего значения до верхнего и обратно, поддерживая постоянной амплитуду ускорения. Скорость изменения частоты не должна превышать одной октавы в минуту.

Приемопередатчик считают выдержавшим испытание, если выполняются требования таблицы 1.12.1, а по «Журналу событий» не зафиксировано сбоев либо перезапусков.

* + 1. Проверку на устойчивость к одиночным ударам проводят в соответствии с ГОСТ 20.57.406 по методу испытаний 106. Форма импульса ударного ускорения – полусинусоидальная. Степень жесткости испытаний 1. Испытания проводят на работающем приемопередатчике.

Приемопередатчик считают выдержавшим испытание, если выполняются требования таблицы 1.12.1, а по «Журналу событий» не зафиксировано сбоев либо перезапусков.

* + 1. Проверку на устойчивость приемопередатчика к транспортной тряске (раздел 6 настоящих ТУ) проводят по методике ГОСТ 23216, с жестким креплением упакованного изделия к платформе ударного стенда. Изделие последовательно подвергают всем воздействиям, указанным в таблице 14 ГОСТ 23216 для изделий массой брутто до 50 кг и условий транспортирования С.

По окончании испытательного воздействия приемопередатчик распаковывают, подключают к сети электропитания.

Приемопередатчик считают выдержавшим испытание, если при внешнем осмотре не обнаружены механические повреждения, выполняются требования таблицы 1.12.1.

## Проверка на соответствие конструктивно-техническим требованиям

* + 1. Соответствие приемопередатчика требованиям конструкторской документации проверяют внешним осмотром и сличением с конструкторской документацией.
    2. При внешнем осмотре проверяется отсутствие внешних следов ударов, потеков воды, в том числе высохших, отсутствие налета окислов на металлических поверхностях, отсутствие запыленности, осмотр разъемов входных и выходных сигналов в части состояния их контактных поверхностей, осмотр элементов управления на отсутствие механических повреждений (1.3.7, 1.3.11).
    3. Основные размеры (1.3.9) проверяют средствами измерения необходимой точности.
    4. Массу (1.3.10) проверяют взвешиванием.
    5. Качество защитных покрытий (1.3.3) проверяют внешним осмотром по ГОСТ 9.032 и ГОСТ 9.301.
    6. Проверку оставшегося срока службы материалов и покупных изделий (п. 1.13) проводят путем проверки даты их выпуска согласно маркировке и данным, указанным в паспортах, а также путем проверки применяемых в процессе производства материалов и покупных изделий по датам их выпуска.

## Проверка комплектности, маркировки, упаковки

* + 1. Комплектность (1.15.1) проверяют внешним осмотром и сличением наличия запасных частей, инструмента, принадлежностей и эксплуатационной документации согласно ведомостям ЗИП и ЭД.
    2. Качество маркировки (1.15.2) и упаковки (1.15.3) проверяют внешним осмотром.

# Транспортировка и хранение

Транспортирование приемопередатчика должно производиться закрытым наземным транспортом в соответствии с “Правилами перевозок грузов” и “Общими правилами перевозки грузов автомобильным транспортом”. Транспортирование воздушным транспортом допускается только в отапливаемых герметизированных отсеках.

Приемопередатчик должен допускать транспортирование в условиях 5 по ГОСТ 15150 и условиях “C” по ГОСТ 23216.

Приемопередатчик должен допускать хранение в упаковке изготовителя в условиях 2 по ГОСТ 15150.

Распаковка приемопередатчика в зимнее время должна производиться после предварительной выдержки не распакованных ящиков при температуре плюс 20 °С в течение не менее 4 часов.

# Указания по эксплуатации

Эксплуатация приемопередатчика должна производиться в соответствии с руководством по эксплуатации ПБКМ.42 4325.005 РЭ, ПБКМ.42 4325.005 РЭ 01.

# Гарантии изготовителя

Изготовитель гарантирует соответствие приемопередатчика требованиям настоящих технических условий при соблюдении условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.

Общий гарантийный срок, складывающийся из гарантийного срока хранения и гарантийного срока эксплуатации, составляет 36 месяцев. Отсчет общего гарантийного срока начинается с момента отгрузки приемопередатчика потребителю. Гарантийный срок эксплуатации приемопередатчика - 24 месяца в пределах общего гарантийного срока.

В случае ремонта приемопередатчика в гарантийный период при соблюдении потребителем условий и правил эксплуатации и хранения, транспортирования и монтажа, установленных техническими условиями и эксплуатационной документацией, сроки гарантии продлеваются на время, в течение которого приемопередатчик был неработоспособен.

После истечения гарантийного срока предприятие-изготовитель устраняет неисправности приемопередатчика и восполняет израсходованный комплект ЗИП на основе вновь заключенных договоров.

# Приложение А

(обязательное)

## Габаритные и установочные размеры



Рисунок А.1 - Габаритные и установочные размеры



Рисунок А.2 – Габаритные и установочные размеры фильтра питания ФП-01



Рисунок А.3 – Габаритные и установочные размеры блока ВЧ УФСР

# Приложение Б

(обязательное)

## Ссылочные нормативные документы

Перечень документов, на которые ссылаются настоящие технические условия, приведен в таблице Б.1.

Таблица Б.1 – Перечень документов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение | Наименование | Подраздел ТУ |
| ГОСТ 9.032-74 | Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения | 5.12.5 |
| ГОСТ 9.301-86 | Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования | 5.12.5 |
| ГОСТ 12.2.007.0-75 | Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности | 2.1, 2.6, 2.9 |
| ГОСТ 20.57.406-81 | Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний | 5.10.3, 5.11.1, 5.11.2 |
| ГОСТ 17516.1-90 | Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам | 1.12 |
| ГОСТ 14192-96 | Маркировка грузов | 1.15.2 |
| ГОСТ 14254-96 | Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP) | 1.11.3 |
| ГОСТ 15150-69 | Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды | 6 |
| ГОСТ 21130-75 | Изделия электротехнические. Зажимы заземляющие и знаки заземления. Конструкция и размеры | 2.6 |
| ГОСТ 23216-78 | Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний | 5.11.3, 6 |

Продолжение таблицы Б.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение | Наименование | Подраздел ТУ |
| ГОСТ Р 51317.4.2-2010  (МЭК 61000-4-2:2008 | Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний | 1.8.8, 5.7.1, 5.7.8 |
| ГОСТ Р 51317.4.3-2006  (МЭК 61000-4-3:2006) | Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю. Требования и методы испытаний | 1.8.8, 5.7.1, 5.7.8 |
| ГОСТ Р 51317.4.4-2007  (МЭК 61000-4-4-2004) | Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний | 1.8.3-1.8.6, 1.8.9, 5.7.1, 5.7.5, 5.7.9, 5.9.4 |
| ГОСТ Р 51317.4.5-99  (МЭК 61000-4-5-95) | Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии. Требования и методы испытаний | 1.8.3-1.8.7, 5.7.1, 5.7.2 |
| ГОСТ Р 51317.4.6-99 | Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями. Требования и методы испытаний | 1.8.3-1.8.6, 5.7.1, 5.7.9 |
| ГОСТ Р 51317.4.12-99  (МЭК 61000-4-12-97) | Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к колебательным затухающим помехам. Требования и методы испытаний | 1.8.3-1.8.6, 5.7.1, 5.7.3, 5.7.4 |
| ГОСТ Р 51317.4.16-2000 | Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к кондуктивным помехам в полосе частот от 0 до 150 кГц. Требования и методы испытаний | 1.8.3-1.8.5, 5.7.1, 5.7.6 |
| ГОСТ Р 51317.4.17-2000 (МЭК61000-4-17-99) | Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к пульсациям напряжения электропитания постоянного тока. Требования и методы испытаний | 1.7.3, 5.5.4 |
| ГОСТ Р 51317.6.5-2006 | Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых на электростанциях и подстанциях. Требования и методы испытаний | 1.7.3, 1.8.1, 5.5.4 |

Продолжение таблицы Б.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение | Наименование | Подраздел ТУ |
| ГОСТ Р 51318.22-2006  (СИСПР 22-2006) | Совместимость технических средств электромагнитная. Оборудование информационных технологий. Радиопомехи индустриальные. Нормы и методы измерений | 1.8.10, 1.8.11, 5.7.10, 5.7.11 |
| ГОСТ Р 50514-93 | Реле электрические. Испытание изоляции | 2.2 |
| ГОСТ Р 50648-94  (МЭК 1000-4-8-93) | Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к магнитному полю промышленной частоты. Технические требования и методы испытаний | 1.8.8, 5.7.1, 5.7.8 |
| ГОСТ Р 50649-94  (МЭК 1000-4-9-93) | Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к импульсному магнитному полю. Технические требования и методы испытаний | 1.8.8, 5.7.1, 5.7.8 |
| ГОСТ Р 50652-94  (МЭК 1000-4-10-93) | Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к затухающему колебательному магнитному полю. Технические требования и методы испытаний | 1.8.8, 5.7.1, 5.7.8 |
| ГОСТ Р 50668-94 | Цепи стыка С2 системы передачи данных. Требования к временным характеристикам сигналов при стартcтопной и синхронной передаче | 1.2.6 |
| ГОСТ Р 50746-2000 | Совместимость технических средств электромагнитная. Технические средства для атомных станций. Требования и методы испытаний | 1.8.9, 5.7.1, 5.7.9 |
| ГОСТ Р 51320-99 | Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи индустриальные. Методы испытаний технических средств - источников индустриальных радиопомех | 5.7.10, 5.7.11 |
| ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006 | Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 101. Обобщающий стандарт по основным функциям телемеханики | 1.2.2, 1.4.9 |
| ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004 | Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 104. Доступ к сети для ГОСТ Р МЭК 870-5-101 с использованием стандартных транспортных профилей | 1.2.2, 1.4.9, 1.4.10 |

Продолжение таблицы Б.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение | Наименование | Подраздел ТУ |
| МЭК 61850-8-1 | Стандарт «Коммуникационные сети и системы подстанций». Описание специфического сервиса связи (SCSM). Описание передачи данных по протоколу MMS (ИСО/МЭК 9506 Часть 1 и Часть 2) и по протоколу ИСО/МЭК 8802-3 | 1.2.4, 1.6 |
| ITU-T V.24  (ANSI/TIA/EIA-232-F) | Перечень цепей стыка между оконечным оборудованием данных и оконечным оборудованием цепей данных (RS-232) | 1.2.6 |
| ITU-T V.11/X.27  (ANSI/TIA/EIA-422-B) | Электрические характеристики и цепи питания интерфейса TIA-422 | 1.2.6 |

# Приложение В

(обязательное)

## Перечень оборудования и средств измерения

Перечень оборудования приведен в таблице В.1.

Таблица В.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Тип (обозначение) | Технические характеристики |
|  | Анализатор спектра | Agilent  НР 8595ЕМ | Полоса пропускания:  от 9 кГц до 6,5 ГГц.  Уровень сигнала:  P = -80….+20 дБм. |
|  | Частотомер | Gwinstek  GFC-8010H | Диапазон частот:  (20 – 2000) кГц.  Напряжение входного сигнала:  (0,015 – 150) В;  Точность:  не хуже 0.1 Гц на частотах выше 100 кГц |
|  | Осциллограф | Tektronix  TDS-2024В | 4 канала, 200 МГц |
|  | Генератор сигналов | Gwinstek  SFG-2110 | Диапазон частот:  от 0,1 Гц до 10 МГц.  Диапазон выходного напряжения:  (0,002 – 10) В.  Точность установки частоты:  0,1 Гц |
|  | Мультиметр цифровой | Mastech MY64 | Диапазон частот:  (1 – 1000) кГц.  Диапазон измеряемого напряжения:  от 1 мВ до 700 В.  Погрешность измерения:  не более 2 %; |
|  | ВЧ милливольтметр | В3-56 | Диапазон измерения напряжений:  от 0,1 мВ до 300 В.  Диапазон частот:  от 10 Гц до 15 МГц  Погрешность измерения:  не более ±2,5 %.  Входное сопротивление: 4 МОм. |
|  | Имитатор электростатических разрядов | ЭСР-8000  ЭСР-15000 | ± 8 кВ, контактный разряд  ±15 кВ воздушный разряд |
|  | Имитатор провалов напряжения | ИПНП-8 | - 30%, - 60%, - 100%, +20%  от Uном. = 220 В |

Продолжение таблицы В.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Тип (обозначение) | Технические характеристики |
|  | Имитатор импульсных помех | ИИП-2500У | Uимп = 2,5 кВ  Частота колебаний  1 МГц, 100 кГц |
|  | Имитатор импульсных помех | ИИП-4000КЗП | U имп = ± 4 кВ,  τ имп.= 0,5 мкс  τ имп = 6,4/16 мкс |
|  | Имитатор наносекундных импульсных помех | ИПП-4000 | Uимпульса = ± 4 кВ  τимпульса = 5/50 нс. |
|  | Имитатор микросекундных импульсных помех | ИИП-4000Д | Uимпульса = ± 4 кВ,  τимпульса = 6,4/700 мкс |
|  | Имитатор микросекундных импульсных помех | ИИП-4000 | Uимпульса = ± 4 кВ,  τимпульса = 1/50 мкс |
|  | Вибростенд | VP-1500 | Толкающая сила:  F = 68050 H.  Диапазон частот:  (5 – 2250) Гц.  Виброускорение до 100g. |
|  | Ударный стенд | ST-800 | Ускорение: (50 – 4000) м/сек2.  Частота ударов: до 200 уд/мин.  Масса до 300 кг. |
|  | Камера климатических испытаний | Votsch  VC 7150 | V = 1540 л  Т = - 70…+ 180 ºС  Влажность до 100 % |
|  | Камера для температурных испытаний | ТК-70ПС | V = 8000 л  Т = до + 60 ºС |
|  | Установка для проверки параметров электрической безопасности | GPI-745А | Проверка сопротивления и электрической прочности изоляции  Ud.с max = 6 кВ  Uа.с max = 5 кВ  Ri. max. = 9,9 ГОм |

**Лист регистрации изменений**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Лист регистрации изменений | | | | | | | | | |
| Изм. | Номера листов (страниц) | | | | Всего листов (страниц) в докум. | № докум. | Входящий № сопроводительного докум. и дата | Подп. | Дата |
| измененных | замененных | новых | аннулированных |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |