

РАДИОРЕЛЕЙНЫЕ И СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ

ТЕМА № 4

ПЕРЕДАЧА ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ В РРЛ И ССП

Тема занятия:

Технические характеристики РРС Р-169

Учебные вопросы

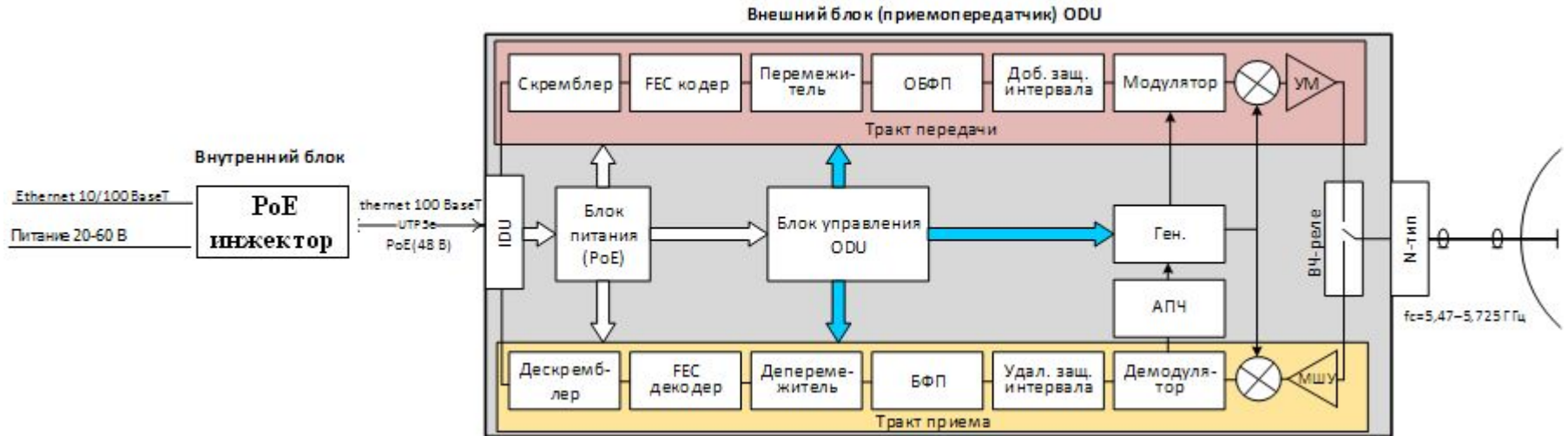
- 1. Назначение, общая характеристика и возможности станции.**
- 2. Основные технические характеристики станции.**
- 3. Состав основного оборудования.**
- 4. Принцип работы станции по структурной схеме.**

ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

1. Принцип формирования сигнала OFDM.
2. Принцип работы RS3.
3. Определить энергетический потенциал Мэ РРС WinLink.
4. Тесты по средствам ШБД.
5. Порядок пользования ИПМ Б-10.
6. Определение $P_{\text{прох}}$.
7. Определение затухания фидера.
8. Определение КБВ фидера.
9. Запас СВЧ сигнала.
0. Запас СВЧ сигнала РРС Р-19МС 15 дБ, что по нему определяется?
1. Остаточное затухание, определение, расчет в дБ и Нп, размах..
2. Шумовая защищенность, определение формула, расчет при $P_{\text{ш.}} = -32$ дБм.

РАДИОМАРШРУТИЗАТОР RAPIRA RS3

OFDM (IEEE 802.11a)



Результаты испытаний послужили основанием, в том числе к изданию приказов ФСО РФ № 187 от 25.04.07 «О принятии на снабжение органов государственной охраны цифрового модема МТФ 2-30» и **№ 261 от 31.05.07 «О принятии на снабжение органов государственной охраны цифровых РРС Р-169РРС»**

Станция Р-169-РРС принята на вооружение Вооруженных Сил РФ и других силовых ведомств, поставляется серийно, имеет опыт боевого применения, используется на стационарных объектах.

Станции Р-169-РРС **выпуска 2001–2006 гг.** охватывают диапазоны частот **8 и 15 ГГц**, скорости передачи информации **8 и 34 Мбит/с**, имеет **114 вариантов исполнения:**

- диапазоны рабочих частот,
- скорости передачи;
- диаметр антенны,
- вид передаваемой информации;
- конфигурация системы («1+0», «1+1», «2+0»);
- конструкцией и комплектацией отдельных составных частей станции).

В 2006 г. проведена модернизация станции:

- введено пять новых частотных диапазонов (**4,4–5,0; 5,27–5,67; 7,25–7,55; 10,7–11,7; 17,7–19,7 ГГц**);
- **скорость передаваемой информации увеличена до 155 Мбит/с;**
- расширены номенклатура информационных интерфейсов (*Ethernet10/100Base –TX*, *Fast Ethernet* со скоростью 100 Мбит/с и др.);
- Дополнены режимы работы;
- повышена надежность работы оборудования;
- уменьшены габариты.

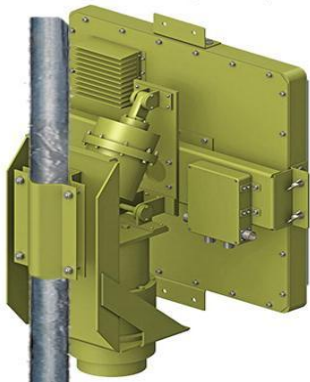
Современный этап

Сегодня выпускаемая линейка РРС имеет много исполнений, учитывающих особенности конкретного потребителя (В том числе и мобильных комплексов связи различного назначения).

Диапазоны частот от 400 МГц до 40 ГГц;

Скорости передачи 2 - 155 Мбит/с;

Информационные стыки *Ethernet* и *TDM*;



АФПУ - антенное
приёмопередающее
устройство

Базовый блок (IDU)
радиорелейной станции Р -169РРС





Вариант мобильного комплекса с 24-метровой автоматизированной мачтой, с 4-мя радиорелейными постами, независимо работающих в 4-х направлениях связи, с индивидуальными ОПУ (устройствами наведения антенн).

Развёртывание мачты: 10 минут.

Управление моторами ОПУ из кабины - "беспроводное" (Ноу-хау).

Возможности каждого ОПУ: по азимуту +/- 120°, по углу места +/- 5°.

Максимальная выходная мощность : 6 Вт.

Полоса перестройки частот приёмника:
8171...8279,5 МГц (режим "А") и
7905...8013,5 МГц (режим "Б").

Усиление антенны 32 дБ.

Чувствительность приёма -минус 115 дБВт (При BER=10⁻⁶)

Особенность оборудования: работа станции как в режиме «А», так и в режиме «Б».

Частоты РРС в режиме «А»	Частоты передачи №№ F ₁ ...F ₃₂ , МГц	7905...8013,5
	Частоты приёма №№ F ₆₅ ...F ₉₆ , МГц	8171...8279,5
Частоты РРС в режиме «Б»	Частоты передачи №№ F ₆₅ ...F ₉₆ , МГц	8171...8279,5
	Частоты приёма №№ F ₁ ...F ₃₂ , МГц	7905...8013,5



В этих полосах обеспечивается **32 пары рабочих частот с шагом 3,5 МГц**, со стандартным дуплексным разносом частот передачи и приёма **266 МГц**.

Пропускная способность:

-передачу основного трафика в виде «гибкого уплотнения» сигнала Ethernet совместно с независимыми потоками E1 (до 4-х потоков E1), а также дополнительного трафика («боковая дорожка») различных служебных сигналов (каналы по 64 кбит/с, сигналы телеобслуживания радиолинии и др., – суммарная скорость передачи по РРЛ - 8,960 Мбит/с).

-Скорость передачи сигнала Ethernet автоматически снижается от 8 Мбит/с до 0, в зависимости от количества передаваемых потоков E1.

Каждый интервал связи образуется двумя взаимно сопряжёнными по рабочим частотам радиорелейными станциями (иногда называемыми «полукомплектами» РРС), одна из которых работает в режиме «А», а другая – в режиме «Б».

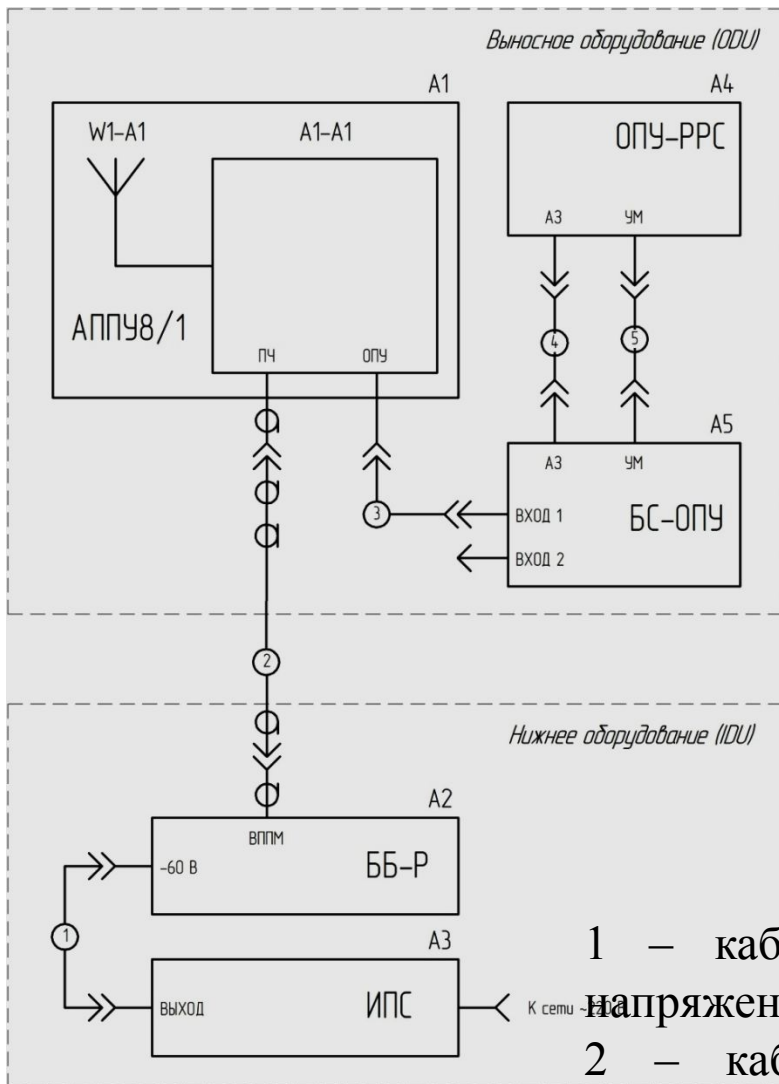
Расстояние между соседними станциями определяется, в основном, рельефом местности и высотой поднятия антенн. Если линия оптической видимости между антеннами расположена выше препятствий на трассе (на 10 м и более, то дальность связи составит 60 - 80 км).

Особенности аппаратуры:

- соединение каждого АППУ с аппаратной одним коаксиальным кабелем снижения (РК50-7-314 или аналогичным);
- возможность выноса АППУ на расстояние от аппаратной до 300 м. со штатным типом кабеля (и более), в зависимости от выбора типа кабеля снижения;
- «Ноу-хау»: *отсутствуют провода и кабели снижения*, служащие обычно для управления моторами опорно-поворотных механизмов (ОПУ) антенн;

№п/п	Наименование		Величина
1	Рабочие частоты в режиме «А» F.386	Частоты передачи $F_{1...F_{32}}$ $F_{1...F_{32}}$	7905...8013,5 МГц
		Частоты приёма $F_{65...F_{96}}$ $F_{65...F_{96}}$	8171...8279,5 МГц
2	Рабочие частоты в режиме «Б» F.386	Частоты передачи $F_{65...F_{96}}$	8171...8279,5 МГц
		Частоты приёма $F_{1...F_{32}}$ $F_{1...F_{32}}$	7905...8013,5 МГц
3	Шаг переключения рабочих частот		3,5 МГц
4	Разнос частот между приемом и передачей		266 МГц
5	Относительная нестабильность частоты		Не более 2×10^{-6}
6	Вид поляризации		Вертикальная
7	Минимальный разнос частот между соседними стволами		21 МГц
8	Вид модуляции / класс излучения		O-QPSK / 6M0G7WDT
9	Остаточный коэффициент ошибок (RBER)		не хуже 10^{-11}
10	Максимальная мощность излучаемого сигнала, Вт		5 (± 3)
11	Чувствительность приемника при BER= 10^{-6} , не более		Минус 112 дБ
13	Коэффициент усиления антенны, не менее		32 дБ
14	Параметры стыка основного трафика E1		Рек. G.703, 120 Ом
15	Параметры стыка трафика Ethernet		10/100Base-T
16	Среднее время наработки на отказ, не менее		100 000 часов
17	Напряжение электропитания внешней сети		~ 220 В (+20%, -30%)
18	Энергопотребление от сети ~ 220 В в режиме "1+1"		Не более 150 Вт
19	Установленные пределы управления ОПУ		По азимуту $\pm 120^\circ$ По углу места $\pm 5^\circ$
20	Кабели снижения, соединяющие «верх-низ»	Тип кабеля	PK50-7-314
		Длина кабелей	Не более 300 м

Схема соединений станции



- выносного оборудования (ODU), устанавливаемого на мачте,
- «нижнее» оборудования (IDU), размещаемого в аппаратном помещении

Блок сопряжения с ОПУ - для преобразования питания и команд управления ОПУ.

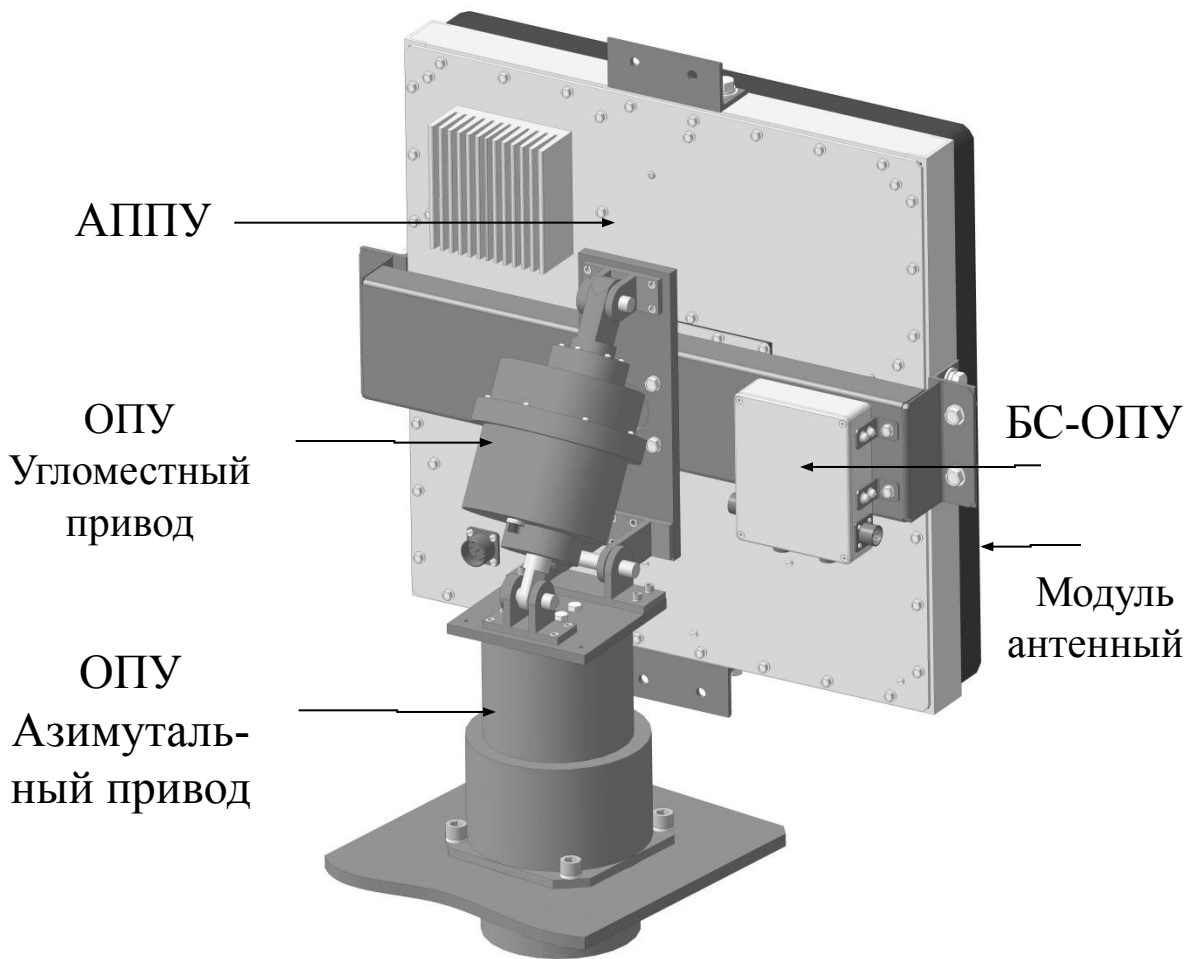
По кабелю 3 осуществляется подача питания на БС-ОПУ, а так же обмен командами ТУ/ТС. На БС-ОПУ поступает напряжение дистанционного электропитания минус 60 В, преобразовывается в 24 В, затем электронные ключи осуществляют коммутацию этого питания для подачи на азимутальный или угломестный привод через разъемы АЗ или УМ. Коммутация осуществляется командами управления, которые формируются в блоке ББ-Р.

1 - кабель питания от ИПС-150, подается постоянное напряжение минус 60 В к блоку ББ-Р;

2 - кабель снижения РИТС.685661.006 (длина кабеля снижения может достигать 300 м, кабель может быть выполнен составным);

3, 4, 5 - кабели КГ1, КГ2, КГ3 при помощи которых осуществляется управление опорно-поворотным устройством.

Выносное оборудование



АППУ представляет собой приемопередатчик с конструктивно интегрированной планарной антенной.

АППУ обеспечивает возможность работы станции как в режиме «А», так и в режиме «Б».

В режиме «А» частота передатчика ниже частоты приемника, а в режиме «Б» частота передатчика выше частоты приемника.

Состав АППУ:

- конвертор СВЧ;
- базовый модуль;
- антенна.

Устройство кабельного уплотнения (УКУ) позволяет передавать по одному кабелю:

- сигнал ПЧ приемника на частоте 70 МГц («вниз»), сигнал ПЧ передатчика на частоте 170 МГц («вверх»);
- сигналы ТУ-ТС на поднесущих частотах 2,5 МГц («вверх») и 4 МГц («вниз»);
- ток дистанционного электропитания АППУ при напряжении минус 60В;
- сигналы служебной связи между пультом технологическим и базовым блоком;

Базовый блок ББ-Р

Назначение блока

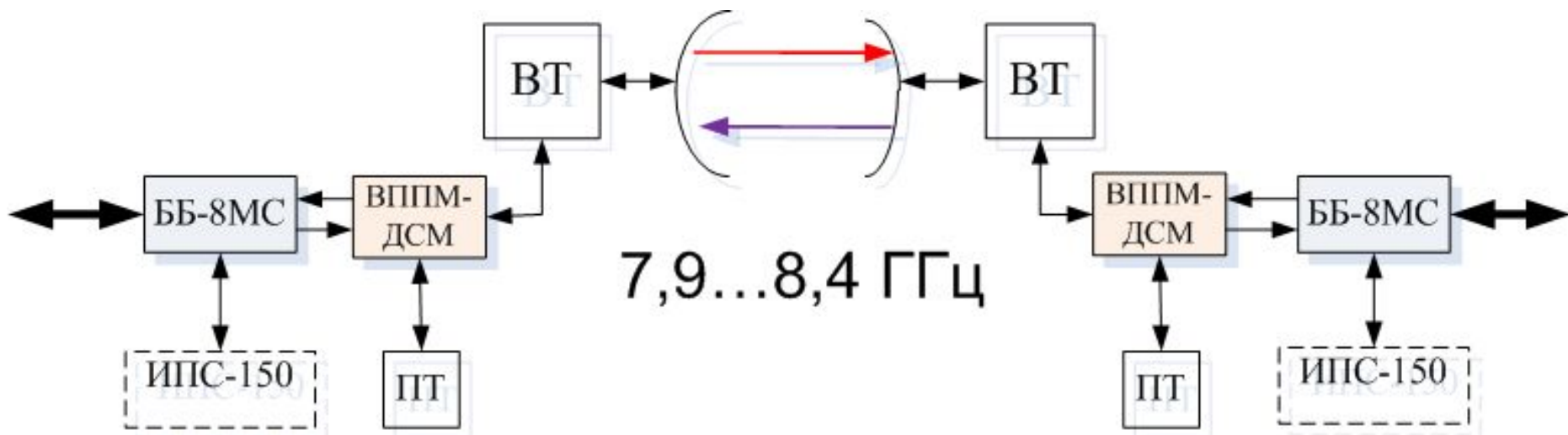
- а) Дистанционное электропитание и управление ВППМ: блок содержит в своем составе устройства кабельного уплотнения, обеспечивающие передачу по одному кабелю снижения всех информационных сигналов и сигналов взаимодействия с ВППМ.
- б) Формирование интерфейсов основного трафика, в том числе :
- в) Уплотнение/разуплотнение в единый групповой поток основного трафика (в сумме 8,448 Мбит/с) и дополнительного трафика – служебных каналов и пр.
- г) Модуляцию/демодуляцию **методом О-QPSK** несущей ПЧ групповым сигналом.
- д) Управление станцией и мониторинг ее состояния, а также телеобслуживание до 62-х РРС, входящих в сеть РРЛ.
- е) Управление юстировкой антенн.

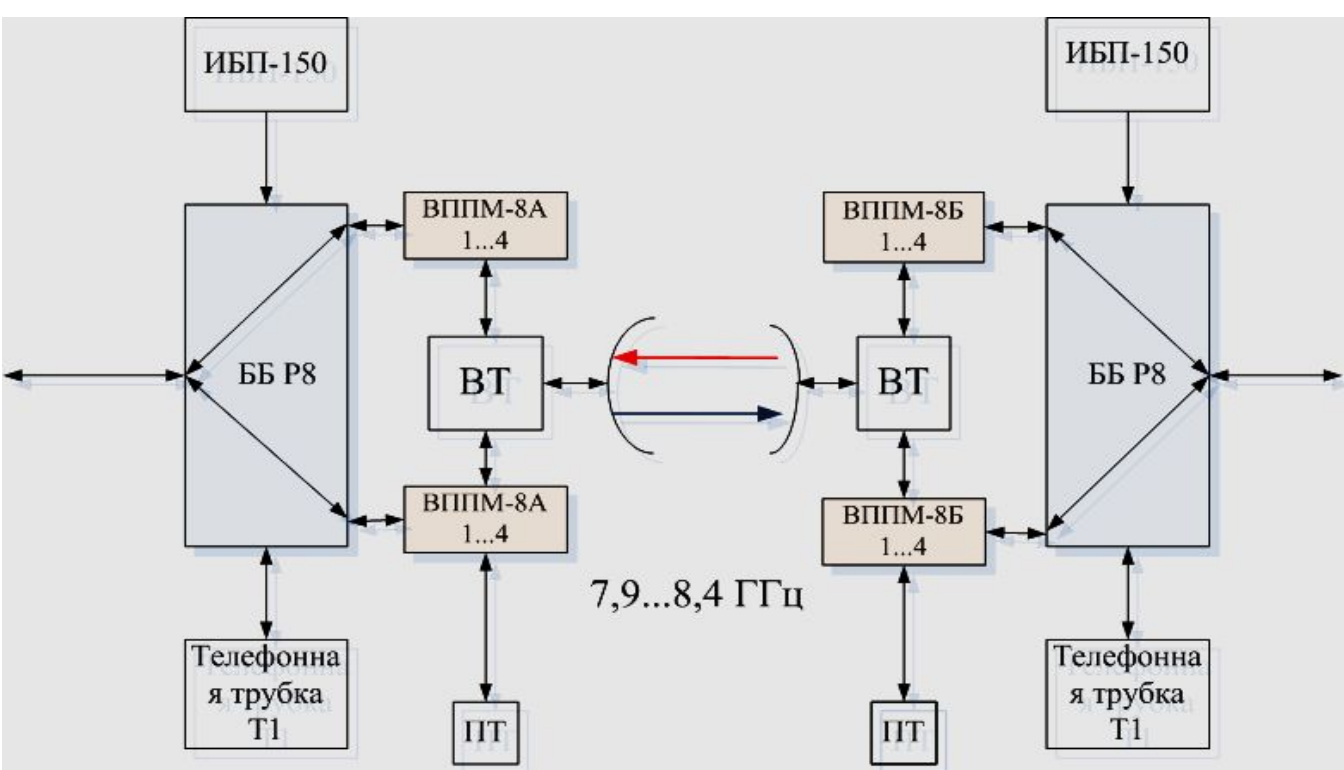
Вопрос 1. Назначение, общая характеристика и возможности станции.

Радиорелейная станция Р-169РРС **предназначена** для организации радиорелейных линий протяженностью до 2500 км в диапазоне частот 7,9-8,4 ГГц.

Обеспечивают передачу основного трафика в виде 4-х потоков Е1, а также дополнительного трафика различных служебных сигналов (каналов по 64 кбит/с, сигналов телеобслуживания радиолинии и с суммарной скоростью передачи по РРЛ - 8,960 Мбит/с).

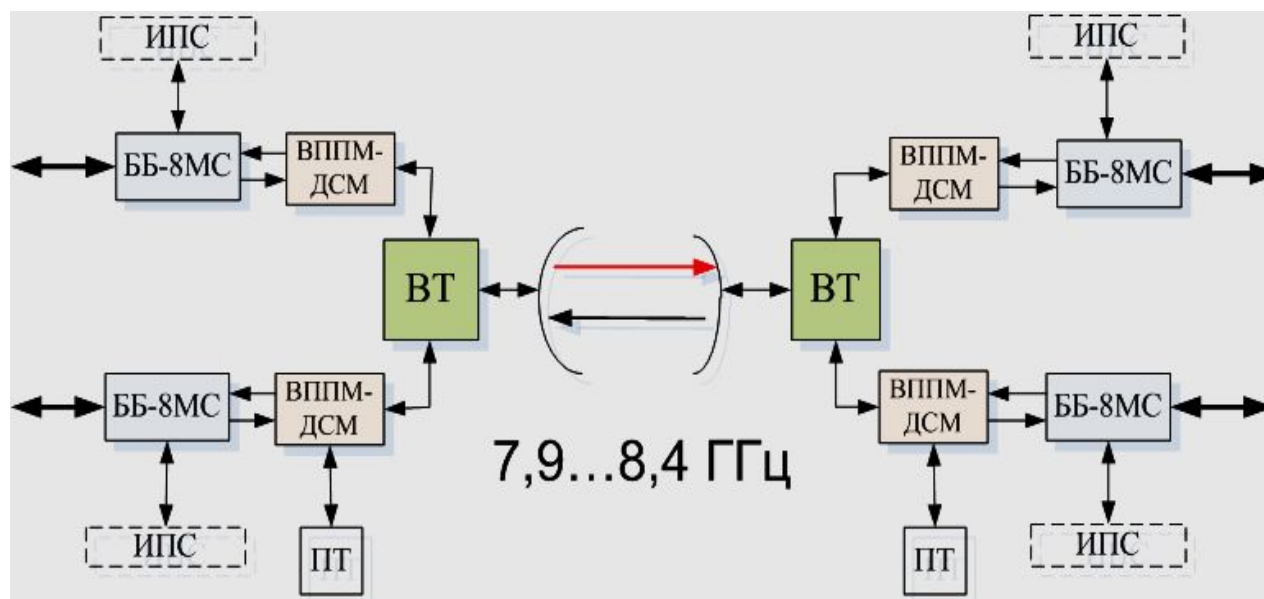
Структурная схема РРС (конфигурация «1+0»).



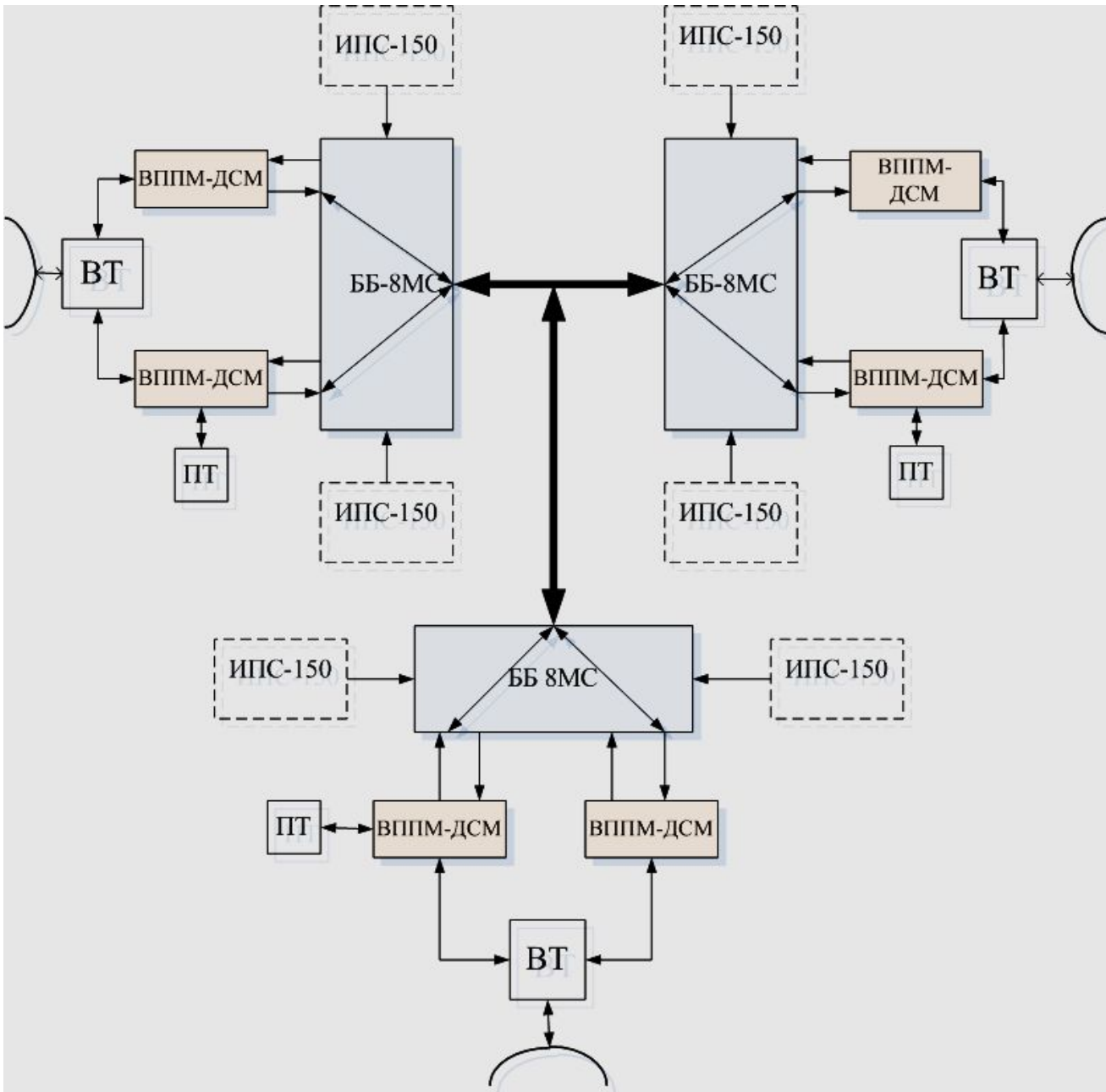


Структурная схема РРС

(конфигурация 1+1)



(конфигурация 2+0)



**Структурная схема
промежуточной РРС
на 3 направления**

Вопрос 2 Основные технические характеристики станции

1. Диапазон рабочих частот станции **7,9 - 8,4 ГГц**
2. Шаг сетки частот **7 МГц**
3. Разнос частот между приемом и передачей (фиксированный) **266 МГц**
1. Относительная нестабильность частоты не более **5×10^{-6}**
2. Вид поляризации:
в одном стволе **вертикальная**, в другом стволе **горизонтальная**
5. Минимальный разнос частот между соседними передатчиками или приемниками при работе на одну антенну **14 МГц**,
6. Конфигурация системы: 1+1
7. Коэффициент системы при $BER=10^{-6}$ **110 дБ**
8. Вид модуляции **O-QPSK**
9. Остаточный коэффициент ошибок (RBER) не хуже **10^{-11}**
10. Код стыка трафика(4-х потоков E1): **HDB-3 или AMI**
11. Вход и выход симметричные **(120 Ом)**.
12. Среднее время наработки на отказ **100 000 часов**.

Поддиапазон	№ волны	F_н,МГц	F_в,МГц,	Поддиапазон	№ волны	F_н,МГц	F_н,МГц
1	1	7905	8171	3	33	8017	8383
	3	7912	8178		35	8024	8390
	5	7919	8185		37	8031	8297
	7	7926	8192		39	8038	8304
	9	7933	8199		41	8045	8311
	11	7940	8206		43	8052	8318
	13	7947	8213		45	8059	8325
	15	7954	8220		47	8066	8332
2	17	7961	8227	4	49	8073	8339
	19	7968	8234		51	8080	8346
	21	7975	8241		53	8087	8353
	23	7982	8248		55	8094	8360
	25	7989	8255		57	8101	8367
	27	7996	8262		59	8108	8374
	29	8003	8269		61	8115	8381
	31	8010	8276		63	8122	8388

**Литер А пер 7905... 8122 МГц (217 МГц)
прм. 8171 ... 8171 МГц (217 МГц)**

**Литер Б прм 7905... 8122 МГц
пер. 8171 ... 8171 МГц**

Характеристики приемного оборудования

1. Чувствительность приемника при
BER=10⁻³ не хуже минус 118 дБВт
BER=10⁻⁶ не хуже минус 114 дБВт
2. Максимальный уровень сигнала на входе, не приводящий к
выходу из строя оборудования **минус 27 дБВт**
3. Избирательность приемника по зеркальному каналу **80 дБ**
4. Динамический диапазон АРУ, не менее **60 дБ**
5. Допустимый относительный уровень помехи от соседнего
радиоствола при ухудшении чувствительности приемника на 1
дБ для BER составляет **+3 дБ**.

Характеристики антенно - фидерного тракта

- Тип антенн - АДЭ (двухзеркальные, параболические, осесимметричные), диаметром 0,6м, 1,2м и 1,75м.
- **Коэффициент усиления антенн не менее:**
 - при диаметре 0,6м 30,5 дБ;
 - при диаметре 1,2 м 36,5 дБ;
 - при диаметре 1,75 м 41,5 дБ.
- **Развязка стволов по кросс поляризации не менее 25 дБ.**
- **Ширина главного лепестка по уровню минус 3 дБ составляет:**
 - при диаметре 0,6м 5,0°;
 - при диаметре 1,2 м 2,5°;
 - при диаметре 1,75 м 1,8°.
- Уровень первых боковых лепестков не более минус 13 дБ.
- Защитное действие антенны не менее :
 - при диаметре 0,6м 40 дБ;
 - при диаметре 1,2 м 46 дБ;
 - при диаметре 1,75 м 50 дБ

Характеристики системы телеуправления и телесигнализации (система ТУ-ТС)

Система ТУ-ТС РРС разделяется:

на внутриванционную (местную) и линейную.

Местная система телеуправления (ТУ) осуществляет функции:

- дистанционное выключение передатчиков (дежурный режим);
- не оперативную установку рабочих частот приёмопередатчиков;
- дистанционную установку контрольного шлейфа по СВЧ - (режим автоконтроля);
- шлейф информационного цифрового сигнала.

Местная система телесигнализации (ТС) отображает по каждому стволу:

- сигнал аварии передающего тракта ВППМ;
- сигнал аварии приемного тракта ВППМ;
- сигнал аварии усилителя мощности передатчика;
- сигнал предаварийного состояния (снижение приёмного уровня);
- запас уровня сигнала на входе приемника (непосредственно в дБ) над пороговым значением, соответствующим $BER=10^{-6}$;
- уровень выходной мощности станции (в дБ от номинальной);
- оценку достоверности принимаемой информации в пределах от 10^{-3} до 10^{-12} ;
- сигналы аварии блоков входящих в состав станции: ББ - Р 8, ИБП-150,
- ВППМ

Линейная система ТУ-ТС обеспечивает отображение состояния любой из 62 станций, входящих в контролируемый участок сети РРЛ, а также передачу в пределах этого участка на любую РРС **следующих команд управления:**

1. шлейф цифрового сигнала;
2. дежурный режим работы ВППМ (выключен передатчик);
3. шлейф сигнала СВЧ с выхода передатчика на вход приемника.
4. РРС формирует по РРЛ сигнал СИАС в сторону передачи цифрового сигнала:
 - при поступлении сигнала СИАС на вход данного потока.
 - при обрыве сигнала поступающего на вход данного потока.
 - при обрыве радиотракта.

ВОПРОС 3 Состав основного оборудования

1. Внешнее (выносное) оборудование, размещаемое на АМУ и состоящее из:

- **антенны**, одного или двух выносных приемо-передающих модулей (**ВПМ**), соединённых с антенной с помощью волноводного тракта (**ВТ**) с селектором поляризации, опорно-поворотным устройством (**ОПУ**) для юстировки антенны при развёртывании РРЛ.

2. Внутренне оборудование, устанавливаемое в отапливаемом помещении, которое включает: **базовые блоки** («блоки доступа») со встроенным мультиплексором с конфигурацией 4×2048 кбит/с, **пульт технологический** (ПТ), **средства служебной связи** (микротелефонную трубку МТ-50), источник бесперебойного питания (**ИБП-150**).



Внешнее оборудование

ВППМ-8 выполняется в двух модификациях - ВППМ-8/А1...4 и ВППМ-8/Б1...4, отличающихся друг от друга частотным планом.

В ВППМ-8/А частота передатчика ниже частоты приемника.

ВППМ-8/Б частота передатчика выше частоты приемника (разнос частот передачи и приёма всегда равно 266 МГц).

На интервале РРС модули А и Б располагаются на разных концах интервала.

Внутреннее оборудование



Вид передней панели блока

Базовый блок ББ-Р8 с телефонной трубкой - 1 шт.
Пульт технологический - 1 шт.
Комплект монтажных частей - 1 шт.

ЗИП - 0

Формуляр

Сетевое программное обеспечение

Инструкция пользователя сетевого программного обеспечения.



Вид задней панели блока

Источник бесперебойного питания ИБП-150

ИБП-150 при работе от однофазной сети переменного тока напряжением 220В с доступным отклонением в пределах от 187В до 242В, частотой $50\text{Гц} \pm 2,5\text{Гц}$ обеспечивает:

- выходную мощность не менее 150Вт;
- выходное напряжение постоянного тока от 65,5 до 69В;
- время установления выходного напряжения не более 8с;
- суммарный номинальный ток нагрузки всех выходов - 2,2А (не более 1А на один выход);
- двойную амплитуду пульсации выходного напряжения не более 2%

U_{ВЫХ.НОМ}

- световую индикацию включения от сети;
- автоматический переход на питание нагрузки от АКБ при пропадании напряжения сети, а при появлении напряжения сети автоматический возврат в исходный режим работы.

Базовый блок (ББ-Р 8)

ББ-Р8 обеспечивает:

1. мультиплексирование/демультиплексирование 4-х входных цифровых потоков E1 (8,448 Мбит/с);
2. уплотнение/разуплотнение в групповой поток 8,960 Мбит/с. всех служебных каналов дополнительного трафика;
3. модуляцию/демодуляцию методом O-QPSK несущих ПЧ групповым сигналом 8,960 Мбит/с;
4. управление станцией и мониторинг ее состояния, а также телеобслуживание до 62-х РРС, входящих в сеть РРЛ.
5. **кабельное уплотнение** : передача по одному кабелю снижения всех информационных сигналов и сигналов взаимодействия с ВППМ.



Антенно-фидерный тракт

Антенно-фидерный тракт состоит из антенны и волноводного тракта. В зависимости от исполнения используются следующие антенны: 0,6м; 1,2м; 1,75м.

Все антенны построены по двухзеркальной схеме с основным зеркалом в виде параболы и вторым зеркалом с профилем гиперболы (схема АДЭ) и отличаются диаметром основного зеркала и соответственно профилем второго зеркала.

Облучатель выполнен в виде рупора круглого сечения. Антенна работает одновременно на двух видах поляризации - вертикальной и горизонтальной.

Уплотнение/разуплотнение по поляризации производится в поляризационном селекторе, входящем в состав волноводного тракта.

ВППМ подключены к антенне через короткий волноводный тракт (ВТ), **который объединяет на одну антенну два радиоствола** с разделением их по поляризации волн (горизонтальная и вертикальная).

От каждого ВППМ прокладывается вниз, к базовому блоку **один коаксиальный кабель**. Тип кабеля определяется расстоянием между внешним и внутренним оборудованием РРС. При длине кабеля до 100 м можно использовать кабели **РК-50-4-11**, РК50-4,8-32 и др. При длине кабеля до 200 м кабель **РК-50-4,8-32**; при длине до 300 м - кабель **РК-50-7-32**.

Переносной технологический пульт (ПТ), выполненный в корпусе телефонной трубки **МТ-69**. ПТ подсоединяется к контрольному разъёму «ПТ» на ВППМ. **Пульт ПТ служит** для ведения переговоров операторов, позволяет тестировать исправность ВППМ и измерять уровень сигнала на входе приёмника при юстировки антенны по максимальному уровню сигнала принимаемого от корреспондента, а также контролировать условия распространения сигнала на интервале.

Выносной приемо-передающий модуль (ВППМ) предназначен для:

- 1. Переноса** спектра информационного сигнала с промежуточной частоты 170МГц в рабочий диапазон станции,
- 2. Усиления** сигнала до требуемой величины и подведения его к одному из двух входов антенного волноводного тракта (ВТ).
- 3. Приема** с выхода антенного волноводного тракта (ВТ) информационного сигнала СВЧ от корреспондента в рабочем диапазоне частот станции, усиления его и переноса на промежуточную частоту 70МГц методом двойного преобразования частоты; сигнал 70 МГц с выхода ВППМ поступает далее «вниз» на блок ББ по тому же кабелю снижения.
- 4. Автоконтроля** станции («заворачивания») части сигнала своего передатчика на свой приемник.
- 5. Частотной избирательности** приемника по зеркальному и другим побочным каналам.

ВППМ формирует и подает на базовый блок **сигналы состояния** входящих устройств - тракта приема, тракта передачи и пр.

ВППМ принимает и выполняет **команды управления** по установке: рабочих частот,

включению автоконтроля,

перевода станции в дежурный режим (выключение усилителя мощности).

автоматической регулировки мощности передатчика по обратному каналу (АРМ), глубина АРМ не менее 20дБ. Система АРМ позволяет снижать излучаемую мощность до 1-5мВт в течение большей части времени (порядка 99% времени работы), что резко улучшает ЭМС возле станции. При этом на входе приемника автоматически поддерживается уровень сигнала на 7 дБ превышающий пороговый уровень, соответствующий BER=10⁻⁶;

ручной установки мощности передатчика: 0дБ (максимальная); -10 дБ; - 20 дБ.

В приёмном тракте ВППМ осуществляется автоматическая регулировка усиления приемника (АРУ). Глубина АРУ не менее 60дБ.

Назначение элементов ВППМ

Дуплексёр ФД8/1...4 представляет собой «вилку» из двух полосовых фильтров (ФН1.. .4 и ФВ1.. .4), к которым подключаются приемный и передающий тракты. Основное назначение дуплексёра- предовратить попадание сигнала своего передатчика в тракт приема.

Полосовой фильтр ФП на входе модуля СВЧ ПРД-8А/Б (1339МГц для модуля А и 1605МГц для модуля Б); предназначен для фильтрации в тракте второй промежуточной частоты (ПЧ-2) тракта передачи. Фильтры выполнены на «гребенчатой» стержневой структуре и имеют по пять резонаторов. *Полоса пропускания фильтра по уровню 1дБ составляет 40МГц.*

Модуль СВЧ ПРД-8А/Б осуществляет второе преобразование частоты в тракте передачи - перенос спектра сигнала ПЧ-2 передатчика (1339МГц для модуля А и 1605МГц для модуля Б) в рабочий диапазон станции, а также усиление сигнала СВЧ до уровня 500 мВт.

Модуль СВЧ ПРМ-8А/Б осуществляет усиление и первое преобразование частоты в тракте приёма - перенос спектра входного СВЧ сигнала на ПЧ-1 приёмника (1605МГц для модуля А и 1339МГц для модуля Б).

Полосовой фильтр ФП на выходе модуля СВЧ ПРМ-8А/Б (1605МГц для модуля А и 1339МГц для модуля Б); предназначен для фильтрации в тракте первой промежуточной частоты (ПЧ-1) тракта-приема. Фильтры выполнены на «гребенчатой» стержневой структуре и имеют по пять резонаторов.

Полоса пропускания фильтра по уровню 1дБ составляет 40МГц.

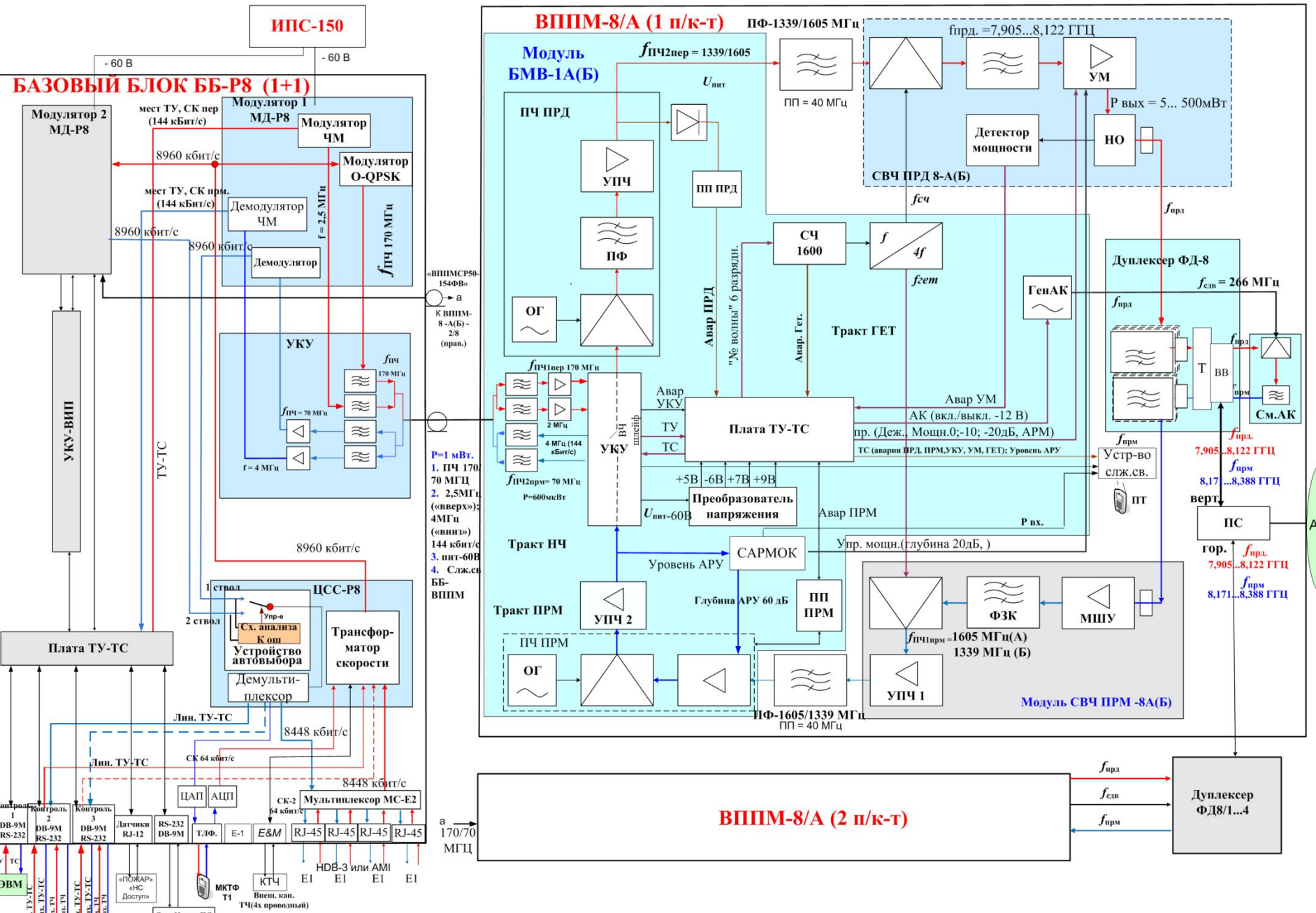
В состав комплекта радиорелейной станции Р-169РРС внешние средства измерения не входит.

Индикация на лицевой панели базового блока:

- достоверность;
- уровень входного сигнала;
- уровень мощности передатчика.

ВОПРОС 4

Принцип работы станции по структурной схеме



Структурная схема станции Р-169РРС (8 ГГц)

Тракт передачи

Групповой цифровой поток (ГЦП) от внешнего источника информации (4×2048 кбит/с, либо сигнал Ethernet 10/100 Base-T) поступает на цифровые входы базового блока, где осуществляется **формирование линейного цифрового потока (ЛЦП) со скоростью передачи, равной 8960 кбит/с.**

Состав линейного цифрового потока (ЛЦП): ГЦП, служебные каналы по 64 кбит/с, каналы ТУ-ТС, дополнительный поток 2048 кбит/с, сигналы от внешних датчиков и др.

В базовом блоке (ББ) осуществляется фазовая манипуляция сигнала ПЧ передачи 170 МГц линейным цифровым потоком. Метод модуляции – O-QPSK (четырёхфазная манипуляция со сдвигом квадратур). В ББ с конфигурацией «1+1» параллельно работают два модулятора, формируя два идентичных сигнала ПЧ 170 МГц на двух выходах ББ. Сигналы ПЧ 170 МГц передаются по кабелям вверх на ВППМ, где переносятся сначала на высокую **ПЧ (1300 МГц в ВППМ-А либо 1400 МГц – в ВППМ-Б)**, а затем - на рабочую частоту F_n (ВППМ-А) либо F_b (ВППМ-Б) с помощью синтезатора частоты передатчика.

Сформированный сигнал СВЧ усиливается выходным усилителем мощности (УМ) и через *полосовой волноводный фильтр* поступает на волноводный фланец ВППМ, который соединён с антенной

Поляризация излучаемого антенной сигнала определяется включённым в волноводный тракт селектором поляризации.

Полоса перестройки рабочей частоты передачи (224 МГц) ограничивается полосовым волноводным фильтром, установленным на выходе УМ.

Всего предусмотрено 4 варианта исполнения фильтров:

2 для нижних частот диапазона (всего 32 частоты) и

2 для верхних частот (32 частоты).

Каждый фильтр пропускает 32 рабочие частоты.

Поляризация излучаемого сигнала определяется размещением ВППМ в защитном каркасе, где устанавливаются один или два ВППМ.

От ВППМ, установленного **слева**, радиосигнал попадает в антенну с **вертикальной поляризацией**.

От ВППМ, установленного **справа**, - с **горизонтальной поляризацией**.

Селектор поляризации обеспечивает развязку между сигналами разной поляризации не менее 25 дБ.

Тракт приёма

Принятый антенной радиосигнал **разделяется в волноводном тракте по поляризации** на сигналы для «левого» (вертикальная поляризация) и «правого» (горизонтальная) ВППМ.

В каждом ВППМ **сигнал поступает на вход МШУ** через сменный полосовой волноводный фильтр (преселектор), ограничивающий полосу перестройки рабочей частоты приёма в пределах 217 МГц и защищающий вход приёмника от блокирующего воздействия сигнала своего передатчика.

С выхода МШУ р/с поступает на первый смеситель, где **преобразуется в сигнал первой ПЧ приёмника (ПЧ-1), равной 1400 МГц в ВППМ-А и 1300 МГц в ВППМ-Б.**

Сигнал ПЧ-1 вторым преобразованием трансформируется в сигнал второй ПЧ (ПЧ-2), равной 70 МГц.

С выхода приёмника ВППМ сигнал 70 МГц с уровнем порядка **1 мВт** подаётся на кабель снижения и, через него, на вход демодулятора базового блока (ББ). В схеме резервирования «1+1» на блок ББ поступают сигналы ПЧ 70 МГц от двух ВППМ соответственно по двум кабелям.

В блоке ББ из двух цифровых сигналов демодуляторов автоматически выбирается сигнал с лучшим качеством (схема автовыбора). Принятый ЛЦП (8960 кбит/с) разуплотняется, на ГЦП 8448 кбит/с и дополнительный цифровой поток (каналы служебной связи, ТУ-ТС).

Задание на самостоятельную работу

Изучить:

1. Назначение, состав, технические характеристики РРС Р-169РРС.
2. Принцип работы станции при реализации резервирования 1+0, 1+1, 2+0
3. Принцип работы станции по структурной схеме.

Литература:

1. К. В. Шестак, Б.Г. Катыгин, С.А. Кожухов, И.А. Чаплыгин. Комплексы радиорелейной связи: учебное пособие. Часть 2 – Орел : Академия ФСО России, 2009. **(стр. 134-147)**