

# **РАДИОРЕЛЕЙНЫЕ И СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ**

## **ТЕМА № 4**

### **ПЕРЕДАЧА ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ В РРЛ И ССП**

**Тема занятия:**

**Технические характеристики РРС Р-169**

## **Учебные вопросы**

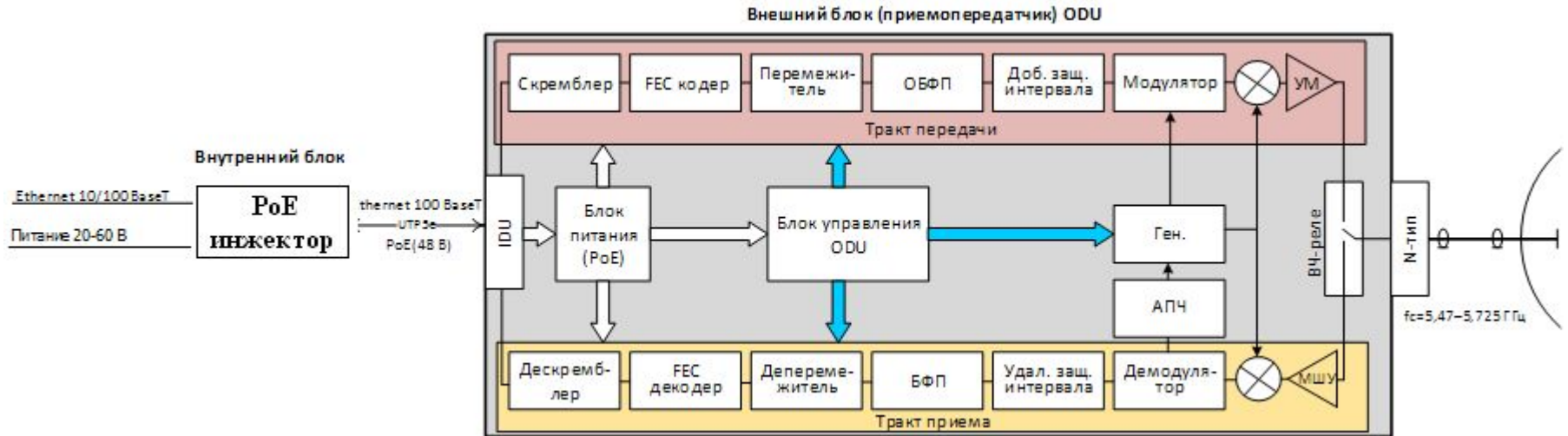
- 1. Назначение, общая характеристика и возможности станции.**
- 2. Основные технические характеристики станции.**
- 3. Состав основного оборудования.**
- 4. Принцип работы станции по структурной схеме.**

## 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.

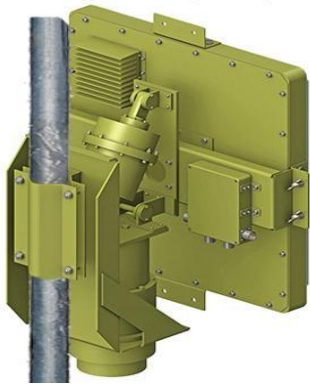
## Современный этап

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<sup>-6</sup>)**

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



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

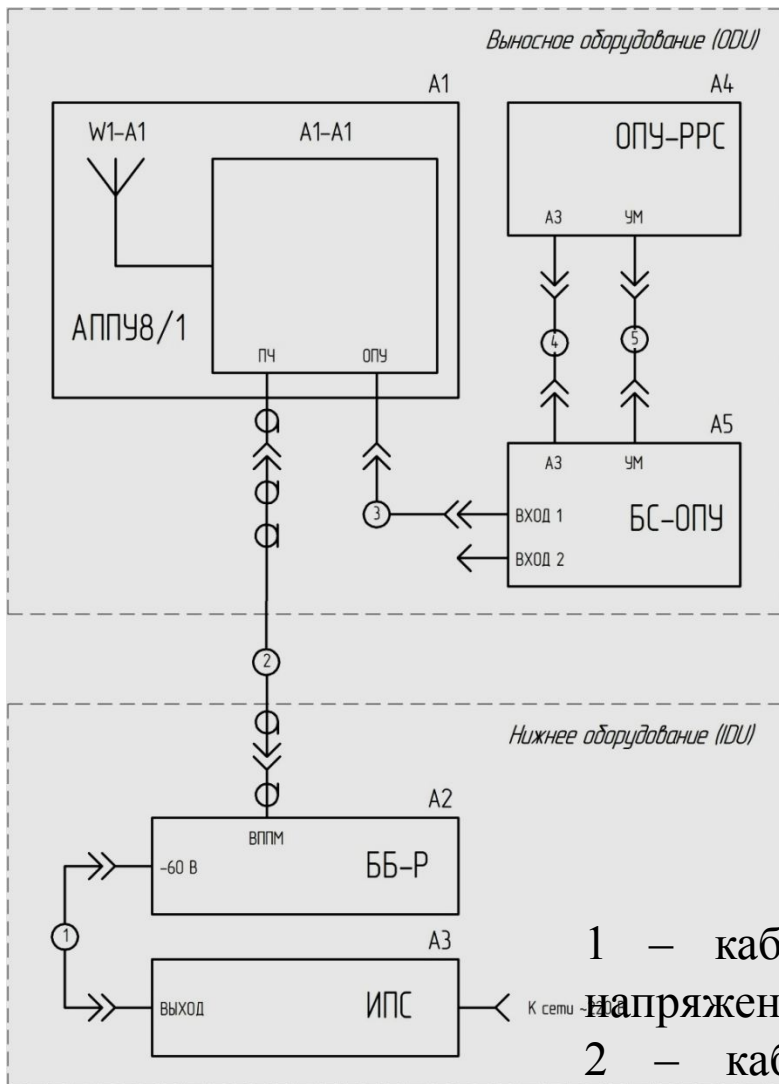
### **Особенности аппаратуры:**

- 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 $2 \times 10^{-6}$
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 ( $\pm 3$ )
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



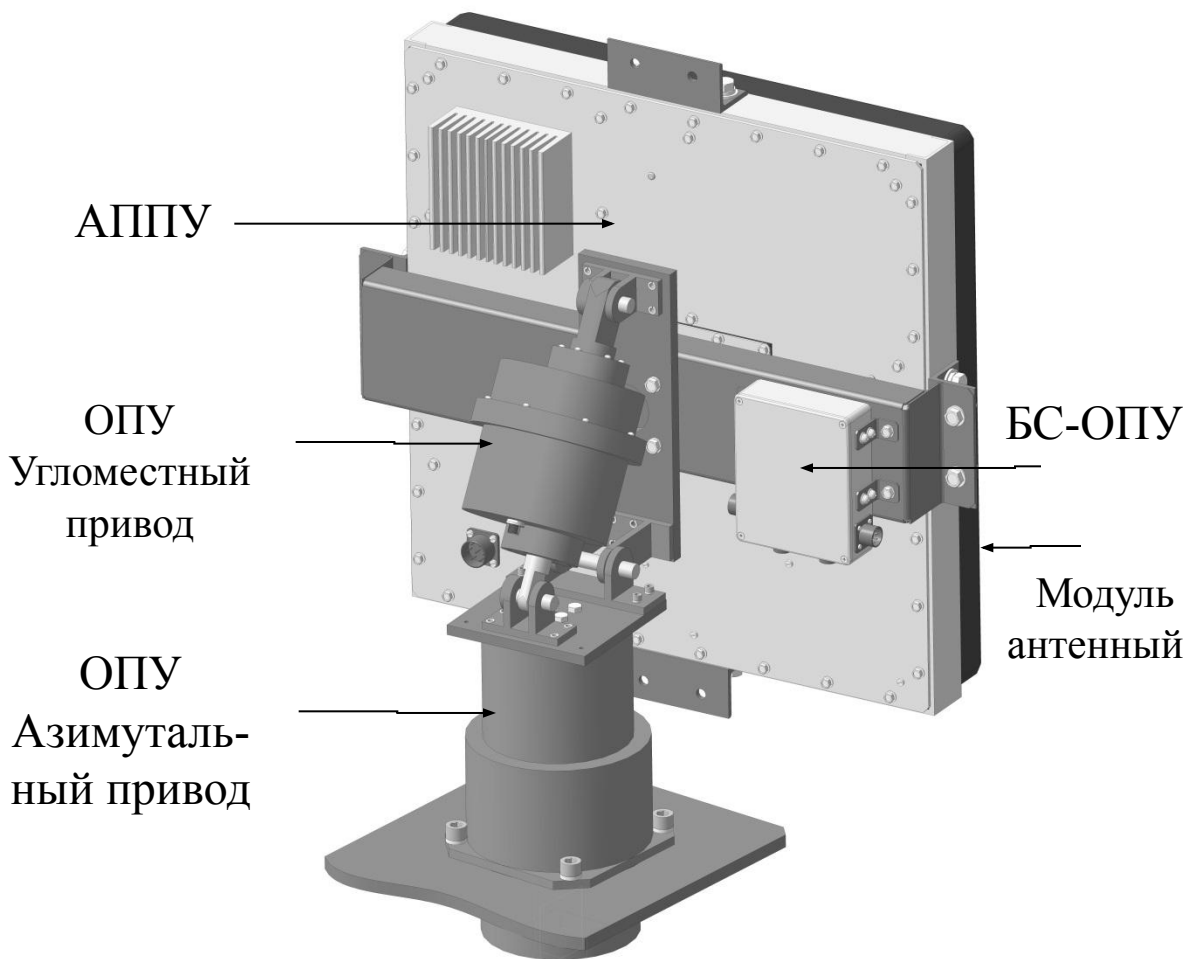
- выносного оборудования (ODU), устанавливаемого на мачте,
- «нижнее» оборудования (IDU), размещаемого в аппаратном помещении

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

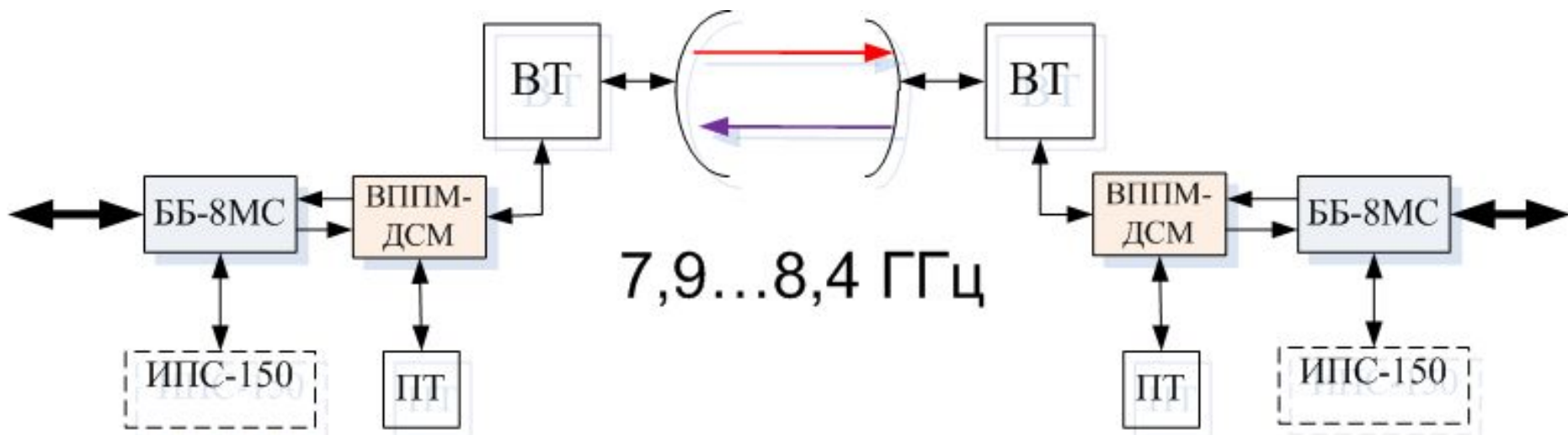
- а) Дистанционное электропитание и управление ВППМ: блок содержит в своем составе устройства кабельного уплотнения, обеспечивающие передачу по одному кабелю снижения всех информационных сигналов и сигналов взаимодействия с ВППМ.
- б) Формирование интерфейсов основного трафика, в том числе :
- в) Уплотнение/разуплотнение 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.

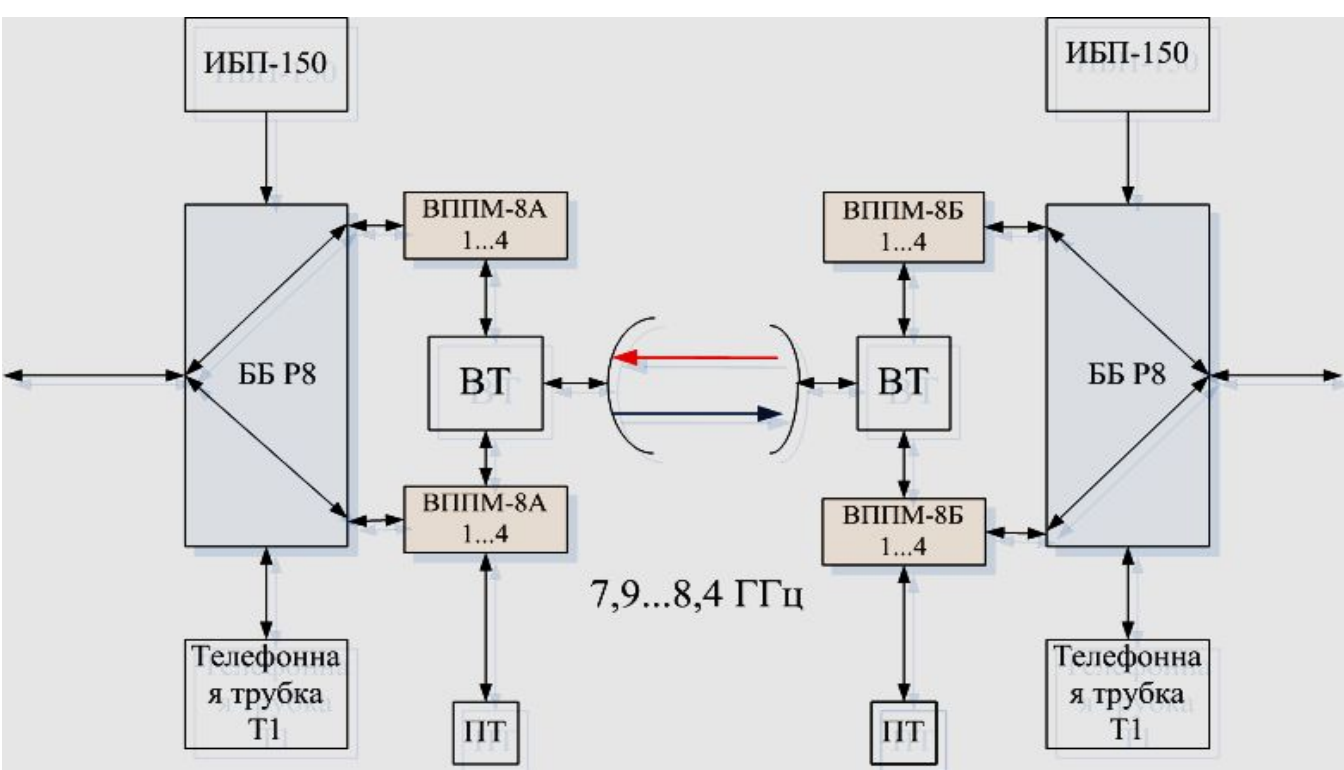
## **Вопрос 1. Назначение, общая характеристика и возможности станции.**

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).

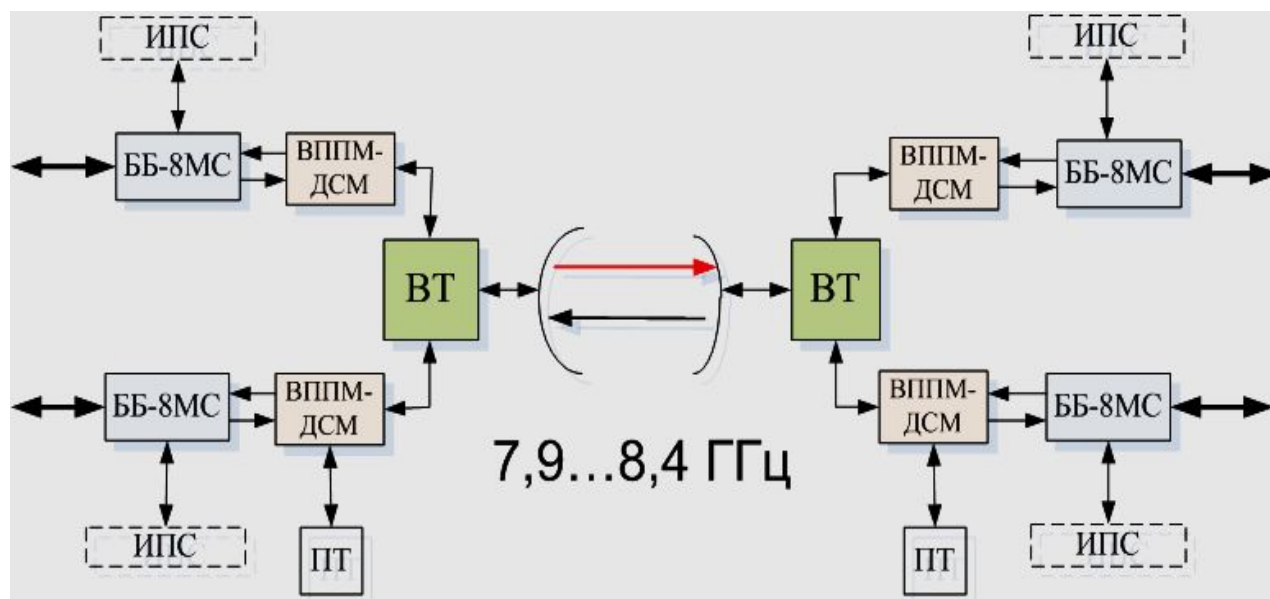
## Структурная схема РРС (конфигурация «1+0»).



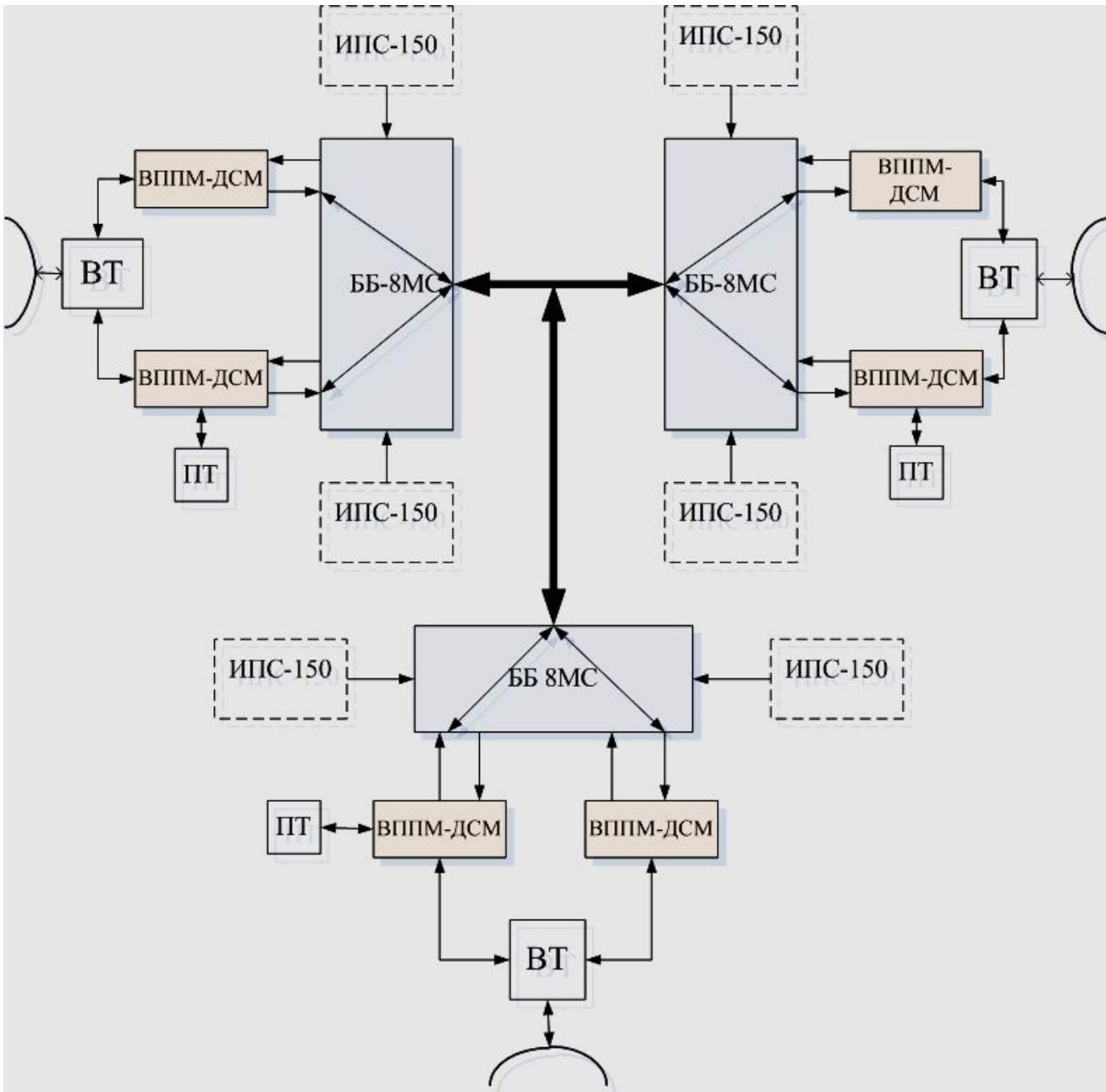


## Структурная схема РРС

(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  **$5 \times 10^{-6}$**
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**.

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

**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<sup>-3</sup> не хуже минус 118 дБВт**  
**BER=10<sup>-6</sup> 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  $4 \times 2048$  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<sub>ВЫХ.НОМ</sub>

- 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 юстировке 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.

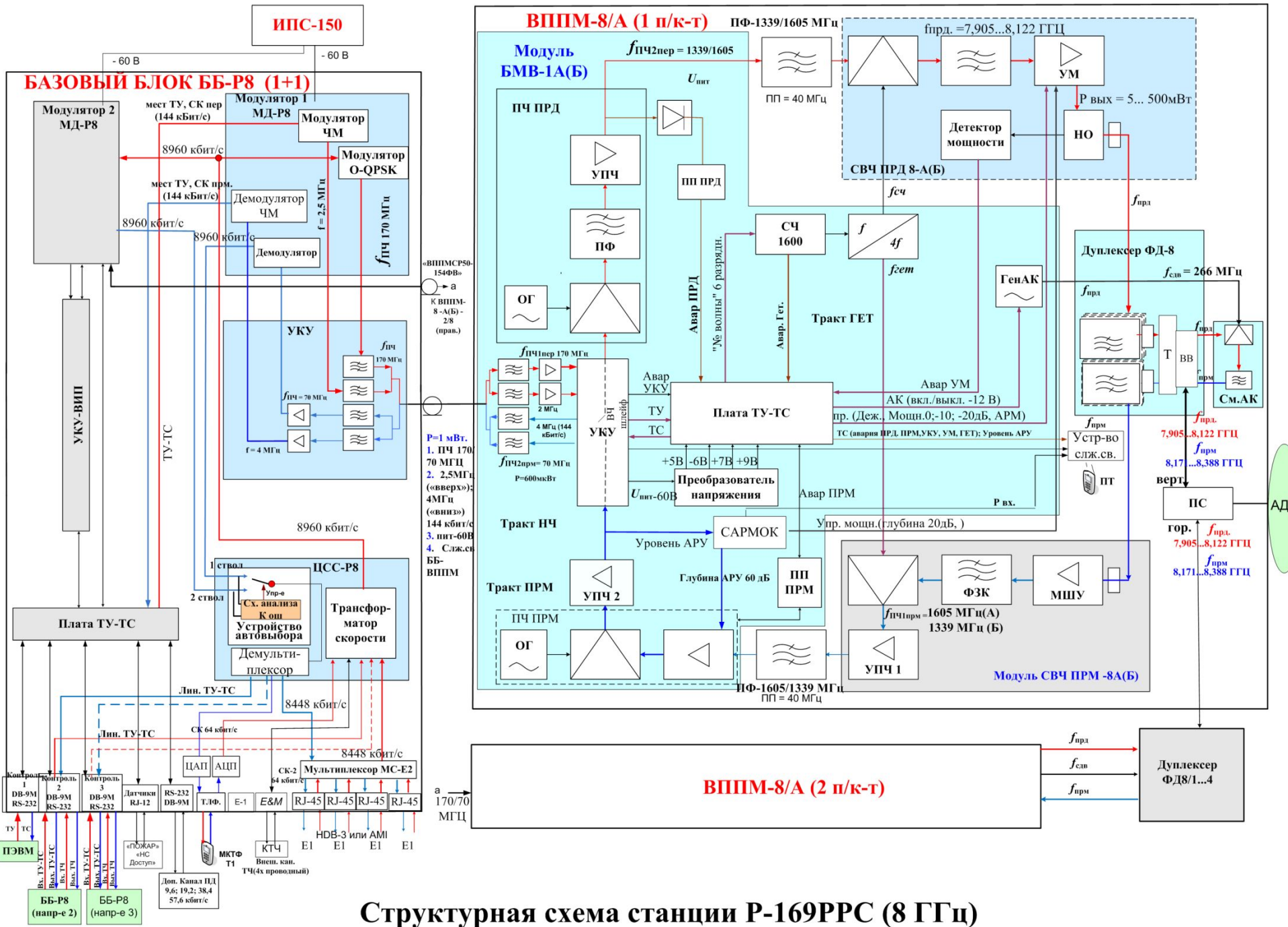
В состав комплекта радиорелейной станции Р-169РРС внешние средства измерения не входит.

**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-169PPC (8 ГГц)**

## *Тракт передачи*

Групповой цифровой поток (ГЦП) от внешнего источника информации ( $4 \times 2048$  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)**