

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО
ИНСТИТУТА РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ

ПРИЕМНИК П-КРТ-1,35М
Руководство по эксплуатации
ШЛ2.027.055 РЭ
(Проект РадиоАстрон)

СОДЕРЖАНИЕ

1	Описание и работа	3
1.1	Описание и работа изделия	3
1.1.1	Назначение изделия	4
1.1.2	Технические характеристики	4
1.1.3	Состав приемника.	8
1.1.4	Устройство и работа.	9
1.2	Описание и работа составных частей приемника	16
1.2.1	Общие сведения	16
1.2.2	Работа составных частей	16
2	Использование по назначению	32
2.2	Использование приемника	33
2.2.1	Автономные испытания	33
ПРИЛОЖЕНИЕ А Команды управления приемником П-КРТ-1.35М.....		41
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Перечень телеметрических параметров.....		44
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Габаритный чертеж блока МШУ-1.35М.....		45
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Габаритный чертеж блока приемника КРТ-1,35 М.....		46
Фото. Многочастотный бортовой приемник (П-КРТ-1.35М).....		47
Фото. Волноводный малошумящий охлаждаемый усилительный модуль (МШУМ).		48
Фото. Двухканальный малошумящий усилитель (МШУ).		49

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для изучения устройства изделия "Приемник П-КРТ-1,35М" [См. Фото](#) (далее по тексту – приемник), его правильной эксплуатации и соблюдения мер предосторожности при работе с приемником. РЭ предназначено для работы со всеми образцами приемника (технологический, штатный образец и образец ЗИП).

1 Описание и работа

Вновь разработанный приемник является модификацией ранее используемого прибора П-КРТ-1,35. Он разработан для комплекса космического радиотелескопа (КРТ), размещаемого на космическом аппарате (КА) типа «Спектр», предназначенного для радиоастрономических исследований в диапазоне 1,35 см длин волн. Данная разработка проводится по плану астрофизических и прикладных исследований Российской Академии наук и других заинтересованных организаций (Проект РАДИОАСТРОН) в рамках международной кооперации.

Проект разрабатывается на основе Федеральной космической программы России на 2001 – 2005 годы, утвержденной постановлением Правительства РФ №288 от 30 марта 2002 г, а также предшествующих решений директивных органов и соглашений с зарубежными странами.

Необходимость модификации прибора П-КРТ-1,35 была вызвана изменением орбиты космического радиотелескопа в сторону увеличения расстояния от Земли и введением, в связи с этим, многочастотного синтеза изображения радиоисточников совместно с наземными радиотелескопами, что привело к изменению технических требований к прибору. Основанием для разработки явилось «Решение АКЦ № 42 о проведении технической разработки МЧС» от 14 мая 2001 г.

Разработка обеспечила максимальное сохранение внешних электрических и геометрических интерфейсов прибора П-КРТ-1,35.

1.1 Описание и работа изделия

Приемник обеспечивает многочастотный прием сигналов радиоисточников с непрерывным спектром для синтеза их изображений с целью улучшения и ускорения заполнения UV плоскости при наблюдениях методом ОРСДБ совместно с наземными телескопами.

Приемник обеспечивает расширенный частотный диапазон анализа для приема излучения галактических молекулярных линий мегамазеров H_2O , соответствующих скоростям удаления источников радиоизлучения до 1550 км/с.

Приемник обеспечивает улучшение чувствительности за счет использования во входном тракте волноводного малошумящего охлаждаемого усилительного модуля (МШУМ), изготовленного с использованием современных усилительных элементов на фосфиде индия с величиной затвора 0,1 мкм. [См. Фото](#).

Приемник имеет двухуровневый, управляемый по внешним командам калибровочный генератор шума (ГШ). Выходной сигнал ГШ вводится во входной тракт малошумящего усилителя (МШУ).

Приемник имеет входные разъемы для ввода в тракт выходной промежуточной частоты импульсного калибровочного сигнала.

Для обеспечения стабильной работы приемника применяется система термостабилизации.

1.1.1 Назначение изделия

Приемник предназначен для работы в составе КРТ, который совместно с наземными радиотелескопами образует радио интерферометрическую сеть, позволяющую получить высокое пространственное разрешение. Многочастотный приемник предназначен для работы в диапазоне от 18 до 26 ГГц. Он обеспечивает усиление, фильтрацию и двойное преобразование входных шумовых сигналов с непрерывным спектром и спектральных линий, приходящих от антенного облучателя по двум параллельным каналам с ортогональной круговой поляризацией в сигналы выходной промежуточной частоты (интерферометрический выход). Уровень выходного сигнала обеспечивает нормальную работу последующего прибора П-КРТ-Пр (форматор). В каждом канале прибора имеется восемь полос анализа, которые обеспечивают многочастотный синтез изображения небесных радиоисточников за счет переключения частот анализа в заданном порядке от внутреннего командно-временного устройства или по внешним командам. Для спектральных наблюдений имеются дополнительные полосы анализа. В приборе имеется широкополосный радиометрический канал. Его продетектированные и усиленные сигналы поступают в цифровом виде (радиометрический выход) на телеметрию для использования при юстировке космического телескопа после вывода на орбиту.

1.1.2 Технические характеристики.

Приемник имеет два параллельных идентичных канала. Соответствующие нижеперечисленные технические данные, где это не оговорено, относятся к обоим каналам.

1.1.2.1 Приемный тракт построен по супергетеродинному методу с двойным преобразованием частоты. Для достижения максимальной чувствительности на входе приемного тракта используется МШУ.

1.1.2.2 Приемный тракт имеет одиннадцать частотных каналов приема с идентичной полосой анализа. Из них восемь частот с шагом 960 МГц обеспечивают режим многочастотного «Синтеза» посредством переключения частоты первого гетеродина. Первая промежуточная частота имеет значение 14,072 ГГц. Значения частот первого гетеродина и центральные частоты анализа представлены соответственно в таблице 1.

Таблица 1

Канал	Обозначение частоты	Значение центральной частоты анализа, ГГц	Значение частоты первого гетеродина, ГГц
1	F ₋₄	18,392	4,32
2	F ₋₃	19,352	5,28
3	F ₋₂	20,312	6,24
4	F ₋₁	21,272	7,2
5	F ₀	22,232	8,16
6	F ₁	23,192	9,12
7	F ₂	24,152	10,08
8	F ₃	25,112	11,04

1.1.2.3 Четыре частоты с шагом 32 МГц обеспечивают «Спектральный» режим работы прибора посредством переключения частоты второго гетеродина. Второй смеситель работает по второй гармонике второго гетеродина. При этом первый гетеродин имеет значение 8,16 ГГц, что соответствует центральной частоте анализа на входе – 22,232 ГГц. Вторая промежуточная частота имеет значение 512 МГц. Значения частот второго гетеродина и соответствующие центральные частоты анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2

Канал	Обозначение частоты	Значение центральной частоты анализа, ГГц	Значение частоты второго гетеродина, ГГц
9	F ₀₋₃	22,136	6,780
10	F ₀₋₂	22,168	6,764
11	F ₀₋₁	22,200	6,748
5	F ₀	22,232	6,732

1.1.2.4 Стабильность и номиналы частот гетеродинов определяются параметрами опорной частоты 8 МГц. При этом входные опорные частоты каждого канала обеспечивают работу обоих каналов без переключений и коммутаций.

1.1.2.5 Уровень шумовых составляющих гетеродинов не более минус 85 дБс в полосе обзора ($10 \pm 5 \%$) кГц при ширине полосы анализа ($300 \pm 5 \%$) Гц.

1.1.2.6 Уровень дискретных составляющих гетеродина не более минус 35 дБс в полосе анализа ($32 \pm 5 \%$) МГц.

1.1.2.7 Мощность опорной частоты не менее 5 мВт. Максимальная мощность не более 50 мВт. В отсутствии опорной частоты предусмотрен технологический режим работы от внутреннего кварцевого генератора. Переключение происходит автоматически при приеме нового УКС.

1.1.2.8 КСВ входа опорных частот не более 1,5.

1.1.2.9 Каждый из гетеродинов нагружен на два синтезатора частот, охваченных системой фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ). На выходе каждого из синтезаторов имеются электронные коммутаторы, которые по команде осуществляют выбор заданной частоты гетеродинов и обеспечивают соответственно работу двух каналов приемных трактов.

1.1.2.10 Полоса пропускания по первой промежуточной частоте определяется фильтром, на который нагружен первый смеситель, и составляет величину (325 ± 25) МГц.

1.1.2.11 Полоса анализа в каждом из частотных каналов определяется фильтром в интерферометрическом тракте и составляет величину $(50 \pm 2,5)$ МГц.

1.1.2.12 Для регулировки уровня выходного сигнала в тракте второй промежуточной частоты имеется управляемый по командам дискретный пятипозиционный аттенюатор – 1 дБ, 2 дБ, 4 дБ, 8 дБ и 16 дБ.

1.1.2.13 Для обеспечения радиометрического режима работы в приемных каналах имеются квадратичные детекторы с цифровым выходом на телеметрию. Постоянная времени составляет $(1 \pm 0,1)$ сек. Частота опроса в режиме «Юстировка» составляет 1 Гц, в режиме «Наблюдения» составляет 0,016 Гц. Полоса пропускания составляет (325 ± 25) МГц.

1.1.2.14 Нелинейность квадратичного детектора радиометрического выхода в рабочем диапазоне от 0 до 6,25 В телеметрического сигнала не более 5 %.

1.1.2.15 Разница усиления каналов не превышает 2 дБ.

1.1.2.16 КСВ выходной промежуточной частоты не более 1,5.

1.1.2.17 КСВ входной радиочастоты канала не более 1,5.

1.1.2.18 Динамический диапазон радиометрического выхода относительно собственных шумов, приведенных к входным фланцам охлажденного МШУ и нелинейности амплитудной характеристики 0,2 дБ, не менее 30 дБ.

1.1.2.19 Флуктуационная чувствительность радиометрического выхода канала при охлажденном МШУ составляет не более 0,006 К.

1.1.2.20 Монотонный дрейф коэффициента усиления сигнала на радиометрическом выходе за период 4 ч не более ± 1 дБ во всех эксплуатационных условиях.

1.1.2.21 Шумовая температура приемника приведенная ко входу МШУ, охлажденного до температуры 125 К, не превышает 100 К.

1.1.2.22 Рассеиваемая мощность двухканального МШУ–1,35М не более 100мВт. [См. Фото.](#)

1.1.2.23 Полоса пропускания частот МШУ в режиме НКУ составляет (22 ± 4) ГГц.

1.1.2.24 Усиление МШУ – 32 дБ.

1.1.2.25 Номинальная мощность шумов на интерферометрическом выходе составляет $(1 \pm 0,1)$ мВт при ослаблении ступенчатого аттенюатора и согласованной нагрузке при НКУ на

входе неохлажденного МШУ. Соответствующие значения ослаблений ступенчатого аттенюатора и напряжения шумов на радиометрическом выходе приведены в таблице 3.

Таблица 3

Обозначение частоты	Канал 1		Канал 2	
	Ослабление аттенюатора, дБ	Напряжение шумов, В	Ослабление аттенюатора, дБ	Напряжение шумов, В
F ₋₄	13	2,65	20	2,21
F ₋₃	16	2,76	20	2,01
F ₋₂	12	2,88	15	2,53
F ₋₁	13	2,85	18	1,637
F ₀	13	3,05	13	2,189
F ₁	11	2,39	20	2,294
F ₂	15	2,35	17	2,05
F ₃	14	2,49	22	2,063
F ₀₋₁	14	2,44	12	2,352
F ₀₋₂	13	2,85	12	1,906
F ₀₋₃	14	2,23	11	1,956

1.1.2.26 Изменение фазы коэффициента передачи полосы анализа за время 4 часа непрерывной работы в условиях эксплуатации во всех режимах работы не более 3 градусов.

1.1.2.27 Величина подавления зеркальных полос приема составляет не менее 35 дБ.

1.1.2.28 Срезы частотной характеристики тракта выходной промежуточной частоты обеспечивают крутизну затухания вне полосы пропускания не менее 30 дБ на октаву.

1.1.2.29 Взаимная развязка между каналами не менее 40 дБ.

1.1.2.30 Каждый канал приемника имеет разъем для ввода сигнала импульсной калибровки в тракт выходной промежуточной частоты. Уровень калибровочного сигнала составляет минус $(32,4 \pm 20\%)$ дБм. При этом входные сигналы импульсной калибровки каждого канала обеспечивают работу обоих каналов без переключений и коммутаций.

1.1.2.31 КСВ входа импульсной калибровки не превышает 1,5.

1.1.2.32 Коэффициент ответвления в тракте импульсной калибровки подобран таким образом, что внешний сигнал импульсной калибровки увеличивает уровень сигнала выходной промежуточной частоты на $(1 - 8)\%$ в зависимости от значений ступенчатого аттенюатора при охлажденном МШУ и холодной согласованной нагрузке на его входе.

1.1.2.33 Калибровочные генераторы шума (ГШ) каждого канала обеспечивают работу обоих каналов. ГШ обеспечивает модуляционный режим работы обоих уровней. Частота переключения определяется внешним сигналом «Модуляция ГШ». Номинальное значение частоты 1 кГц. Уровни мощности шума, приведенные к входным фланцам волновода МШУ, соответствуют температурам:

"ГШ низкий" в пределах (5 ± 1) К;

"ГШ высокий" в пределах (55 ± 5) К.

Температурная стабильность уровней не более 0,25% / град.

1.1.2.34 Задержка включения тока в цепи управления модуляцией ГШ по отношению к управляющему импульсу не более 15 мкс.

1.1.2.35 Ток потребления приемника при напряжении питания 28,5 В составляет 1050 мА.

1.1.2.36 Ток термостата при напряжении питания 28,5 В не более 600 мА.

1.1.2.37 Максимальный ток включения термостата 700 мА.

1.1.2.38 Время выхода термостата на режим при НКУ – 1 час.

1.1.2.39 Вес блока КРТ-1,35М не более $(13,2 \pm 1)$ кг.

1.1.2.40 Вес МШУ-1,35М не более $(1,2 \pm 0.1)$ кг.

1.1.2.41 Питание блока приемника КРТ-1,35М (блок приемника) осуществляется от двухканального вторичного источника питания ИВЭП ВЧ/М (ИВЭП). Источник питания имеет основной и резервный каналы. Переключение каналов ИВЭП осуществляется при помощи функциональной команды блока управления состояниями БУАС-Ф.

1.1.2.42 Питание ИВЭП и термостата приемника осуществляется от бортового питания $(27 \pm 1,5)$ В. Подача напряжения осуществляется посредством функциональной команды от прибора БУАС-Ф.

1.1.3 Состав приемника.

1.1.3.1 Приемник состоит из конструктивно оформленных отдельных блоков:

- двухканального малошумящего охлаждаемого усилителя МШУ-1,35М ШЛ2.000.028;
- двухканального блока приемника КРТ-1,35М ШЛ2.027.056;
- двухканального источника вторичного электропитания ИВЭП ВЧ/М МИАС.436734.001;
- комплекта межблочных полужестких СВЧ кабелей в количестве 3 шт.

Схема деления приемника на составные части приведена в приложении В.

1.1.3.2 Блок приемника КРТ-1,35М и вторичный источник питания ИВЭП ВЧ/М устанавливаются на приборной раме в герметичном фокальном контейнере (ФК) радиотелескопа. Блок МШУ-1,35М устанавливается в фокальном узле КРТ в условиях открытого космоса на холодной плите. Связь МШУ – 1,35М с блоком приемника, осуществляется при помощи полужестких коаксиальных кабелей через гермопроходные разъемы на стенке ФК. От МШУ до стенки ФК кабелями с оболочкой из нержавеющей стали. Внутри ФК кабелями с оболочкой из меди.

1.1.3.3 Приняты меры по защите МШУ от воздействия радиации, метеоритных частиц и теплового воздействия солнца. Шумовая температура приемника и его реальная чувствительность зависят, от физической температуры МШУ и стабильности его работы.

1.1.3.4 При установке МШУ должен быть обеспечен хороший электрический и тепловой контакт.

1.1.3.5 Плата питания МШУ расположена в блоке приемника. Токи потребления каскадов МШУ при НКУ – 7,5 мА, при охлажденном МШУ – 3 мА. Переключение токов осуществляется по команде.

1.1.3.6 Питание МШУ осуществляется НЧ кабелем через плоский пятнадцатиконтактный разъем Canon D и гермопроходной НЧ-разъем на стенке фокального контейнера.

1.1.3.7 Тепловыделение МШУ не более 100 мВт - (два канала).

1.1.4 Устройство и работа.

1.1.4.1 Приемник имеет следующие режимы работы :

- «Синтез, Внутренний, Опорный 1 канал»;
- «Синтез, Внутренний, Опорный 2 канал»;
- «Синтез, Внешний»;
- «Спектральный».

1.1.4.1.1 Для обеспечения «Синтеза» изображения радиоисточников совместно с наземными телескопами один из каналов приемника работает с фиксированной центральной частотой **22,232 ГГц** полосы анализа («Опорный» канал), в то время как во втором канале полосы анализа («Переключаемый» канал) переключаются циклично от минимальной **18,392 ГГц** до максимальной **25,112 ГГц** от внутреннего программно-временного устройства. Время анализа в каждой из полос составляет 1000 сек. Время перехода с одной полосы анализа на другую не более 10 сек.

1.1.4.1.2 «Синтез, Внешний» предполагает выбор любой полосы анализа в «Опорном» канале и любую последовательность перехода с одной частоты на другую в «Переключаемом» канале.

1.1.4.1.3 Режим «Спектральный» обеспечивается возможностью установки в двух каналах по внешним командам любой комбинации частот: (**22,232; 22,200; 22,168 и 22,136**) ГГц.

1.1.4.2 Управление приемником.

Управление приемником на КА осуществляется от блока преобразования интерфейсов (БПИ) управляющими кодовыми словами УКС и частично функциональными командами, вырабатываемыми прибором БУАС-Ф. К функциональным командам относятся:

- 1) Включение П-КРТ-1,35М – подача бортового питания 27 В на ИВЭП.

- 2) Включение термостата П-КРТ-1,35М – подача бортового питания 27 В на термостат П-КРТ-1,35.
- 3) Состояние ИВЭП ОСНОВНОЙ – питание прибора от основного канала.
- 4) Состояние ИВЭП РЕЗЕРВНЫЙ - . питание прибора от резервного канала
- 5) Синхронизация ИВЭП 40 кГц.
- 6) Режим модуляции ГШ - включение/выключение ГШ выбранного уровня по командам прибора БУАС-Ф.

Остальными командами являются УКС.

Магистраль УКС (МУКС) формируется БПИ и состоит из :

- пятипроводной шины «Адрес абонента» (ШАА) ;
- однопроводной шины «Данные» (ШД) ;
- однопроводной шины «Синхронизация» (ШС).

Временная диаграмма приема УКС из БПИ приведена на рисунке 2.

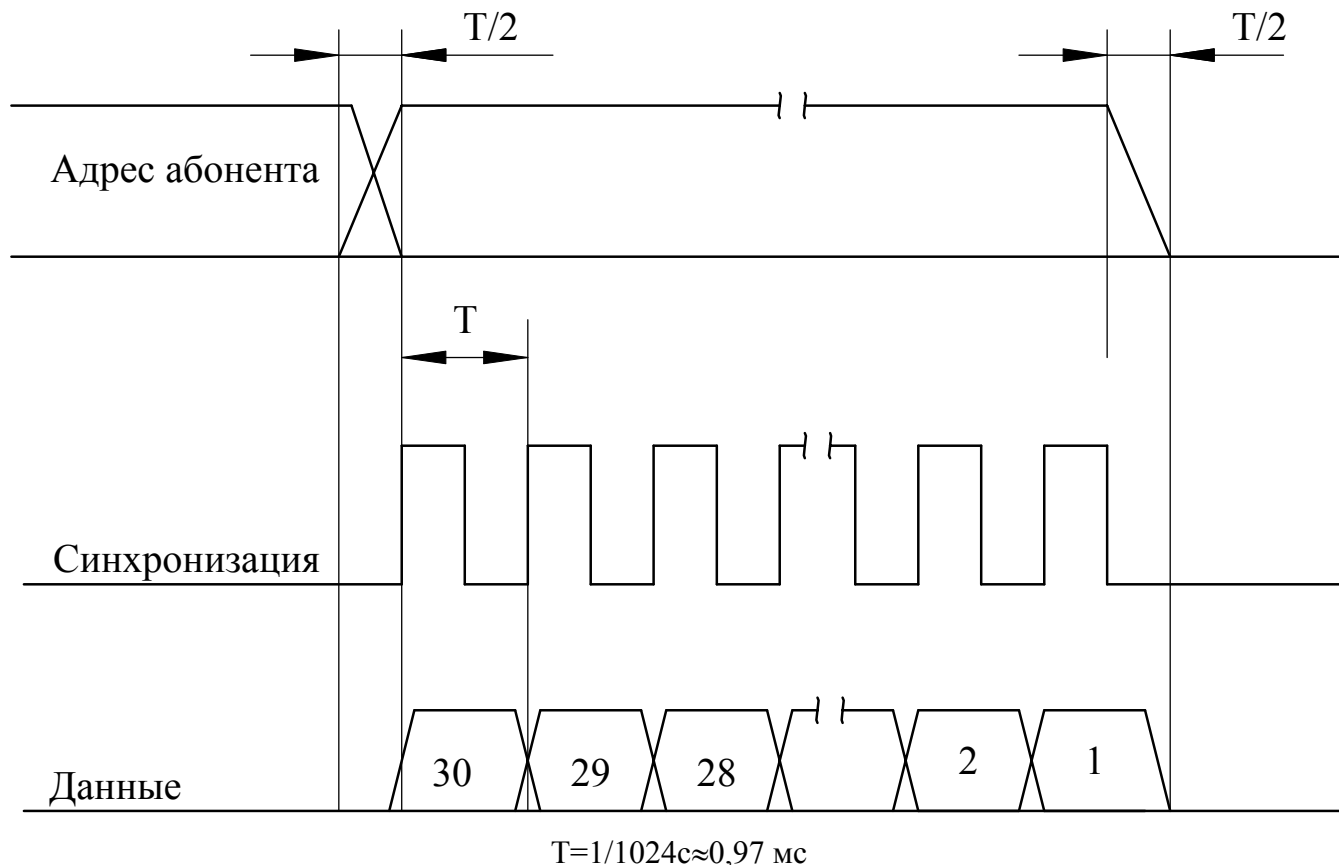


Рисунок 2 - Временная диаграмма приема УКС из БПИ.

По ШАА передается пятиразрядный адрес абонента. Первый разряд является младшим значащим разрядом (МЗР). Адрес приемника равен семи.

По ШД передается сигнал «Данные». Он представляет собой последовательный двоичный код, состоящий из 30 бит. Смена информации в сигнале «Данные» осуществляется по восходящим

фронтам сигнала «Синхронизация». Прием информации по ШД осуществляется по спадающим фронтам сигнала «Синхронизация».

По ШС передается сигнал «Синхронизация». Он представляет собой меандр, период которого равен длительности одного бита информации.

С целью повышения надежности схемы выдачи МУКС троируются (мажоритарное резервирование).

Все сигналы УКС выдаются относительно «0 Синхронизация», связанного в радиотелеметрическом комплексе (РТК) с корпусом КА.

Перечень команд, передаваемых УКС, приведен в приложении А.

УКС определяет следующие функции управления приемником, указанные в таблице 4.

Таблица 4

Функции управления приемником	Количество бит УКС
1 Режимы работы приемника	2
2 Полосы анализа 1-го канала	4
3 Полосы анализа 2-го канала	4
4 Ослабления аттенюаторов 1-го канала	5
5 Ослабления аттенюаторов 2-го канала	5
6 Состояния генераторов шума	5
7 Тип измерений	1
8 Значение тока МШУ	1
9 Включение/выключение гетеродинов	4

Три младших бита УКС (1–3) являются резервными.

Кодом «Режим работы» (30-ый и 29-ый биты УКС) задаются следующие режимы работы приемника :

00 – Внутренний, Опорный канал 1;

01 – Внутренний, Опорный канал 2;

10 – Внешний;

11 – Технологический.

Коды режимов 00 (Внутренний, Опорный канал 1) и 01 (Внутренний, Опорный канал 2) переводят приемник в автоматический режим работы. При этом остальная часть УКС игнорируется.

Код режима 10 (Внешний) переводит приемник в режим работы по командам УКС.

Значение кода режима 11 описано ниже.

Кодами «полоса Fxx 1-го канала» и «полоса Fxx 2-го канала» (28-25 и 24–21 биты УКС) задаются полосы Fxx соответствующих каналов согласно таблице 5.

Таблица 5

Код	Канал
0000	F ₄
0001	F ₃
0010	F ₂
0011	F ₁
0100	F ₀
0101	F ₁
0110	F ₂
0111	F ₃
1000	F ₀₋₁
1001	F ₀₋₂
1010	F ₀₋₃

Кодами «Ослабление аттенюатора 1-го канала» (20–16 биты УКС) и «Ослабление аттенюатора 2-го канала» (15–11 биты УКС) передаются команды на установку величины ослабления усиления в тракте промежуточной частоты приемника при помощи ступенчатого пяти позиционного аттенюатора. Коду 00000 соответствует ослабление 0 дБ, коду 00001 – 1 дБ и т.д. Максимальное ослабление равно 31 дБ.

10-ый – 6-ой биты УКС, формирующие код «Управление генератором шума», имеют следующие значения, представленные в таблице 6.

Таблица 6

Номера и значения бит	Наименование команд
6-ой бит = 0	ГШ1 отключен
6-ой бит = 1	ГШ1 включен
7-ой бит = 0	ГШ1 низкий
7-ой бит = 1	ГШ1 высокий
8-ой бит = 0	ГШ2 отключен
8-ой бит = 1	ГШ2 включен
9-ый бит = 0	ГШ2 низкий
9-ый бит = 1	ГШ2 высокий
10-ый бит = 0	модуляция отключена
10-ый бит = 1	модуляция включена

5-ый бит, определяющий тип измерения, имеет следующие значения:

0 – Юстировка;

1 – Наблюдения.

4-ый бит, задающий ток МШУ, имеет следующие значения :

0 – ток МШУ = 3 мА (работа с охлажденным МШУ).

1- ток МШУ = 7,5 мА (работа с МШУ в НКУ).

Код режима 11 (технологический) меняет содержание последующих разрядов УКС согласно таблице 7:

Таблица 7

Номера и значения бит	Наименование команд
25-ый бит =0	Гетеродин 1 канала 1 включен
25-ый бит=1	гетеродин 1 канала 1 отключен
26-ой бит =0	гетеродин 2 канала 1 включен
26-ой бит=1	гетеродин 2 канала 1 отключен
27-ой бит =0	гетеродин 1 канала 2 включен
27-ой бит=1	гетеродин 1 канала 2 отключен
28-ой бит =0	гетеродин 2 канала 2 включен
28-ой бит=1	гетеродин 2 канала 2 отключен

Фраза «гетеродин отключен» в таблице 7 означает, что с выходных усилителей сигнала соответствующего гетеродина снято питание и отключен синтезатор соответствующего канала гетеродина.

Остальные разряды технологического УКС являются резервными.

УКС могут быть выданы в приемник как в сеансе связи в реальном времени, так и вне сеансов связи путем закладки в программно-временную систему временных установок на выдачу УКС.

Передача информации из приемника осуществляется через блок логики и коммутации информационными цифровыми массивами, далее по тексту ИЦМ.

Каждый ИЦМ состоит из шестидесяти шестнадцатиразрядных слов (960 бит).

Смысловое содержание и формат ИЦМ приведены в таблице 8.

Первые два слова ИЦМ (0,1) содержат УКС, в соответствии с которым был установлен приемник во время формирования остальной части ИЦМ. Это необходимо, так как никакой другой синхронизации между УКС и ИЦМ не предусмотрено. В последующих словах ИЦМ содержится:

- информация, отражающая значения выходных параметров приемника (радиометрические выходы, температуры узлов приемника, сигналы захвата гетеродинов);
- информация, отражающая значения контрольных сигналов (режимы работы транзисторов МШУ, мощность гетеродинов, выходы детекторов, ток термостата, напряжение питания);
- технологическая информация.

Перечень телеметрических параметров приведен в приложении Б.

Таблица 8

Номера слов	Кол-во значащих бит	Номера значащих бит	Обозначение параметра в схемах	Смысловое значение параметра
0 – 1	30	0 – 29	УКС	Управляющее кодовое слово
2 – 3	24	32 – 55	CH1AnWB	Радиометрический выход 1-го канала
3 – 4	24	56 – 79	CH2AnWB	Радиометрический выход 2-го канала
5	10	80 – 89	AnLNAD1	Режимы работы транзисторов МШУ
6	10	96 – 105	AnLNAD2	
7	10	112 – 121	AnLNAD3	
8	10	128 – 137	AnLNAD4	
9	10	144 – 153	AnLNAD5	
10	10	160 – 169	AnLNAD6	
11	10	176 – 185	AnLNAD7	
12	10	192 – 201	AnLNAD8	
13	10	208 – 217	CH1AnPL01	Мощности гетеродинов
14	10	224 – 233	CH1AnPL02	
15	10	240 – 249	CH2AnPL01	
16	10	256 – 265	CH2AnPL02	
17	10	272 – 281	D1	Выходы детекторов 8МГц
18	10	288 – 297	D2	
19	10	304 – 313	An I TRM	Ток термостата
20	10	320 – 329	AnUPS+6VD1	Напряжения питаний
21	10	336 – 345	AnUPS+6VD2	
22	10	352 – 361	AnUPS+10VD	
23	10	368 – 377	AnUPS+6VA	
24	10	384 – 393	AnUPS-6VA	
25	10	400 – 409	AnUPS+24VA	
26	13	416 – 428	CH1TempRCS	
27	13	432 – 444	CH2TempRCS	Термодатчики
28	13	448 – 460	NS1TempCS	
29	13	464 – 476	NS2TempCS	
30	13	480 – 492	TempLo1CS	
31	13	496 – 508	TempLo2CS	
32	1	517	Технологическая информация	ПЛИС запрограммирована с первого раза ПЛИС запрограммирована не с первого раза
32	1	518		Загрузка ПЛИС верна Загрузка ПЛИС неверна
32	1	519		Контрольная сумма МК верна Контрольная сумма МК неверна
33	1	534		Термостат работает надежно Термостат работает ненадежно

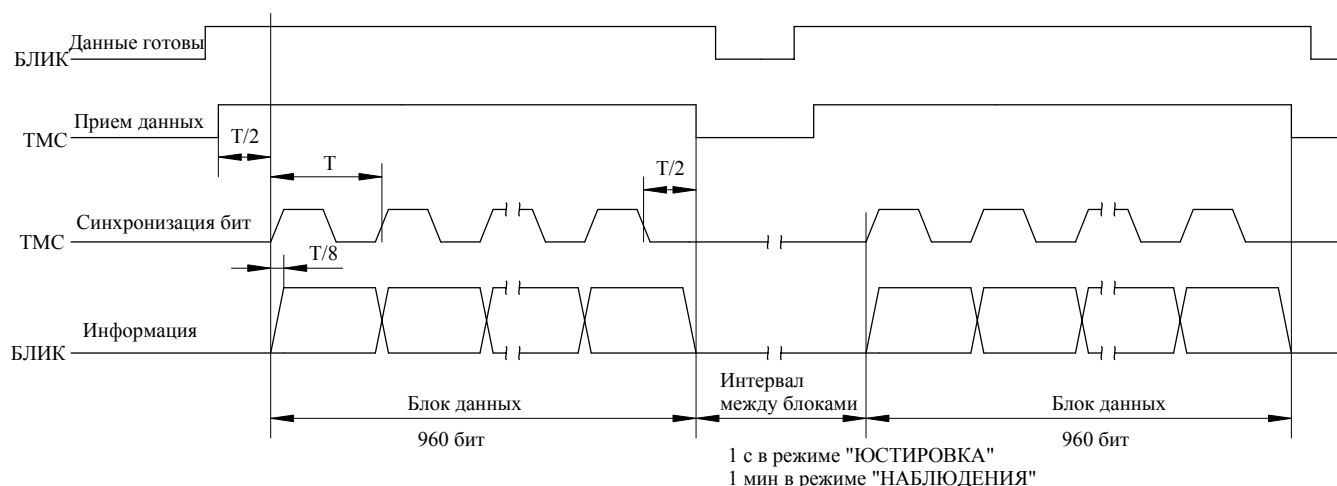
Продолжение таблицы 8

Номера слов	Кол-во значащих бит	Номера значащих бит	Обозначение параметра в схемах	Смысловое значение параметра
33	1	535	Технологическая информация	Термостат выходит на режим Термостат вышел на режим
35	2	560, 561		Напряжение детектора ОГ1 ниже нормы Напряжение детектора ОГ1 выше нормы Напряжение детектора ОГ1 в норме
35	2	562, 563		Напряжение детектора ОГ2 ниже нормы Напряжение детектора ОГ2 выше нормы Напряжение детектора ОГ2 в норме
35	2	564 – 566		Работает ОГ1 Работает ОГ2 Работает внутренний ОГ
35	4	568 – 571	CHxSINxLock	Захват гетеродинов
40, 41	32	640 – 671	Технологическая информация	Время работы приемника
43	10	688 – 697	AnLNAG1	Режимы работы транзисторов МШУ
44	10	704 – 713	AnLNAG2	
45	10	720 – 729	AnLNAG3	
46	10	736 – 745	AnLNAG4	
47	10	752 – 761	AnLNAG5	
Номера слов	Кол-во значащих бит	Номера значащих бит	Обозначение параметра в схемах	Смысловое значение параметра
48	10	768 – 777	AnLNAG6	Режимы работы транзисторов МШУ
49	10	784 – 793	AnLNAG7	
50	10	800 – 809	AnLNAG8	
51	1	816	I_LNA	Ток МШУ

Магистраль для приема ИЦМ состоит из:

- однопроводной шины «Информация»;
- однопроводной шины «Данные готовы»;
- однопроводной шины «Прием данных»;
- однопроводной шины «Синхронизация бит».

Временная диаграмма передачи ИЦМ в ТМС приведена на рисунке 3.



$$T=1/16384 \text{ с.}$$

Интервал между блоками равен :

- 1 с. в режиме «Юстировка»;
- 1 мин. в режиме «Наблюдения».

Рисунок 3 - Временная диаграмма приема УКС из БПИ.

При появлении сигнала «Данные готовы» КИА выставляет сигнал «Прием данных» и передает в приемник по шине «Синхронизация бит» синхронизирующий сигнал.

Считывание информации в КИА производится относительно спадающих фронтов сигнала «Синхронизация бит».

Период сигнала «Синхронизация бит» равен 1/16384 с.

Длина блока информации равна 960 бит.

1.2 Описание и работа составных частей приемника

1.2.1 Общие сведения

Перечень составных частей приемника приведен в разделе 1.1.3 настоящего РЭ.

1.2.2 Работа составных частей

1.2.2.1 Малошумящий охлаждаемый усилитель МШУ – 1,35М

МШУ – 1,35М состоит из:

- волноводных малошумящих охлаждаемых модулей МШУМ-1,35М – 2 шт.;
- калибратора ШЛ5.030.043.

Габаритный чертеж блока МШУ представлен в Приложении Г.

1.2.2.1.1 Волноводный малошумящий охлаждаемый модуль МШУМ-1,35М

МШУМ предназначен для предварительного усиления входного сигнала, предварительной селекции в диапазоне частот наблюдения и достижения максимальной чувствительности всего приемного тракта. Низкая шумовая температура (чувствительность) обеспечивается за счет

использования во входном тракте усилительных элементов на фосфиде индия с величиной затвора 0.1 мкм и охлаждения конструкции до температуры (125 ± 10) К. Усилитель имеет четыре каскада усиления. Использование современных многослойных согласующих структур обеспечивает широкую полосу усиления при требуемой равномерности амплитудно-частотной характеристики.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: статическое электричество может быть причиной выхода из строя усилителя. Запрещается работа с МШУМ без специальных перчаток и специального заземляющего браслета!!!

Усилитель состоит из четырех частей: корпуса, крышки, входного волноводного фланца и выходного волноводного фланца. Они механически при помощи винтов образуют единую механическую конструкцию. Вход и выход усилителя - волноводного типа стандарта WR42. Внутренний размер волновода (10,668x4,318) мм. Золоченая поверхность усилителя обеспечивает высокие антикоррозионные свойства и малый коэффициент температурного излучения. Габаритные размеры усилителя: (45x48x13) мм (без адаптера). Вес усилителя 130 г. Светодиод, соединенный с корпусом двумя проводами вставляется в специальное отверстие в корпусе усилителя. Он необходим для улучшения шумовых свойств. Усилитель комплектуется стандартным, промышленным волноводно-коаксиальным переходом (адаптером). Он предназначен для преобразования волноводного выхода в коаксиальный СВЧ-разъем. Адаптер при помощи четырех винтов прикрепляется к волноводному выходу усилителя.

Технические характеристики МШУМ представлены в таблице 9.

Питание осуществляется через низкочастотный разъем Canon D-типа, установленный на корпусе усилителя. Мощность потребления не более 50 мВт. Плата питания обеспечивает необходимые уровни напряжений для четырех каскадов усилителя. Она соединяется с усилителем при помощи низкочастотного кабеля питания. Сама плата расположена и запитывается от внешнего источника постоянного напряжения ± 6 В, расположенного в блоке приемника.

Таблица 9

Параметр	Типовые характеристики при температуре 300 К	Типовые характеристики при температуре 125 К	Единицы измерения
Частотный диапазон	18 – 26	18 – 26	ГГц
Усиление	32	34	дБ
Неравномерность	$\pm 1,5$	$\pm 1,5$	дБ
Шумовая температура в полосе частот	100	27	градус К
Шумовая температура на краях полосы пропускания	200	35	градус К
Шумовая температура минимальная	90	15	градус К
Ток потребления (U=1,5В)	30	12	мА
Мощность потребления	45	18	мВт

Токи потребления каскадов МШУ при НКУ – 7,5 мА, при охлажденном МШУ – 3 мА. Переключение токов осуществляется по команде.

В первый комплект – технологический образец устанавливаются МШУМ со следующими заводскими номерами:

КМ-085 в 1 канал;

КМ-080 во 2 канал.

Во второй комплект – летный образец устанавливаются МШУМ со следующими заводскими номерами:

КМ-081 в 1 канал;

КМ-084 во 2 канал.

1.2.2.1.2 Калибратор ШЛ5.030.043

Калибратор предназначен для подачи на вход МШУ калибровочных сигналов с блока приемника.

Калибратор состоит из:

- 1) Двух волноводных направленных ответвителей с коэффициентом минус 22 дБ;
- 2) Делителя мощности на два, выполненного на печатной плате в виде полоскового трех децибельного направленного ответвителя;
- 3) Двух волноводно-полосковых переходов;
- 4) Коаксиально-полоскового перехода;
- 5) Разъема К-типа для подачи сигнала от ГШ.

На рисунке 4 приведена функциональная схема калибратора.

Сигнал от ГШ подается на разъем К типа. Далее по копланарной линии подается на вход трехдецибельного полоскового направленного ответвителя. С двух выходов трехдецибельного полоскового направленного ответвителя по копланарным линиям мощность ГШ подается на волноводно-полосковые переходы. Волноводные выходы этих переходов подсоединены к волноводным направленным ответвителям, которые часть мощности ($6,3 \cdot 10^{-3}$ или минус 22 дБ) ответвляют на вход МШУ.

Мощность ГШ подается на входы МШУ с коэффициентом деления :

$K = K_{ПНН} \cdot K_{ВНО} \cdot K_{ПЛ} \cdot K_{КПП} \cdot K_{ВПП}$, где

$K_{ПНН}$ – коэффициент деления полоскового направленного ответвителя, равный 0,5;

$K_{ВНО}$ – коэффициент ответвления волноводного направленного ответвителя, равный $6,3 \cdot 10^{-3}$;

$K_{ПЛ}$ – коэффициент передачи копланарных линий, равный 1/3;

$K_{КПП}$ – коэффициент передачи полоскового перехода, равный 0,9;

$K_{ВПП}$ – коэффициент передачи волноводно-полоскового перехода, равный 0,92.

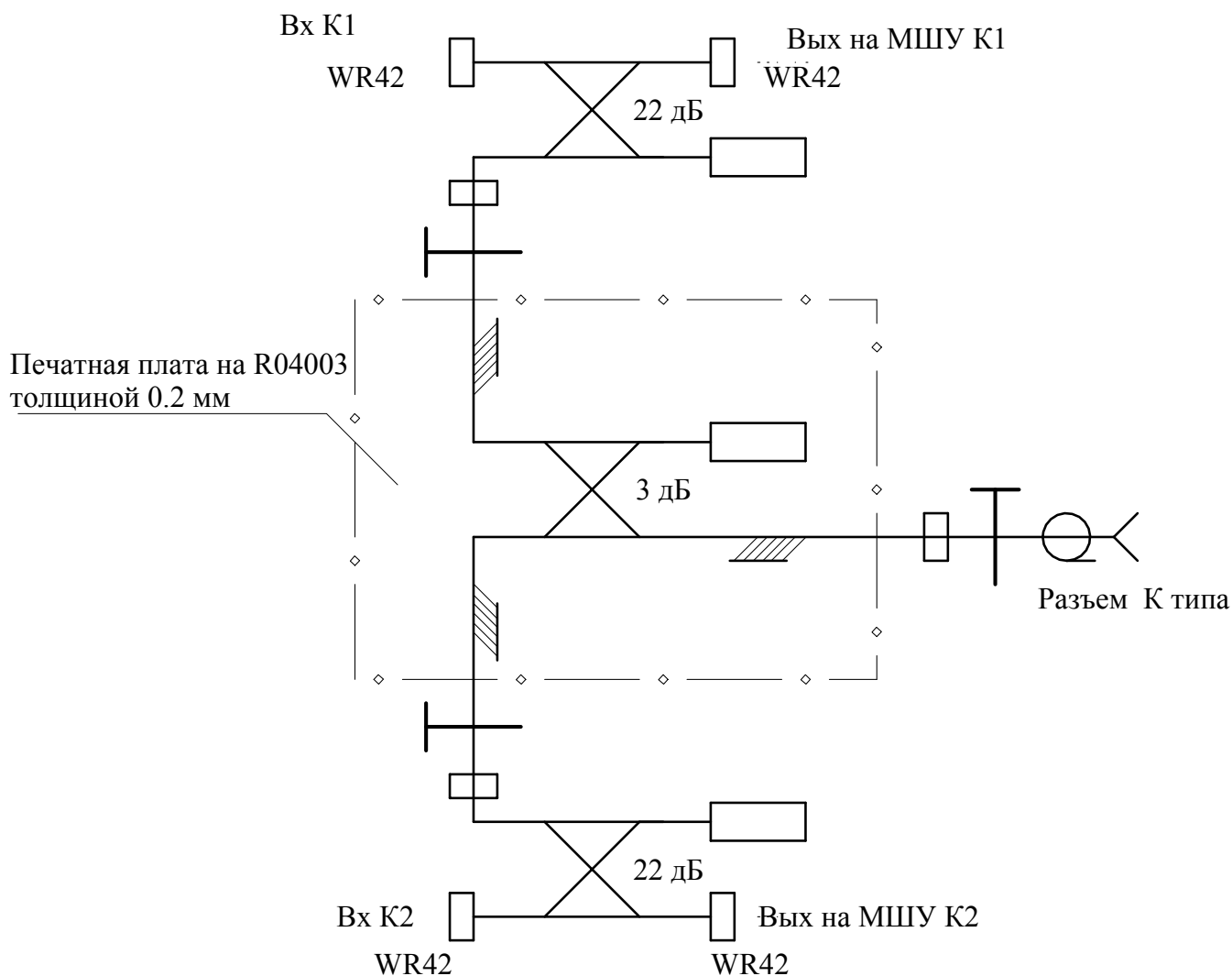


Рисунок 4 - Функциональная схема калибратора.

Таким образом, $K = 0,5 \cdot 6,3 \cdot 10^{-3} \cdot 1/3 \cdot 0,9 \cdot 0,92 = 8,694 \cdot 10^{-4}$

Калибратор изготовлен из латуни ЛС59-1. Покрытие двухслойное из никеля и золота, обеспечивающее высокий коэффициент отражения и антикоррозионные свойства.

1.2.2.1.3 Назначение разъемов МШУ

ХМ25/1-1 – вход МШУ 1 канал.

ХМ25/2-1 – вход МШУ 2 канал.

ХМ26/1-1 – выход МШУ 1 канал.

ХМ26/2-1 – выход МШУ 2 канал.

ХМ27-1 – вход шумового калибровочного сигнала 1, 2 канал.

ХМ28/1-1 – питание МШУ 1 канал.

ХМ28/2-1 – питание МШУ 2 канал.

Разводка НЧ разъемов ХМ28/1-1 и ХМ28/2-1 приведена в таблице Л.1.

1.2.2.2 Блок приемника состоит из следующих устройств:

- модуль приема сигнала;
- синтезатор I;
- синтезатор II;
- генератор шума, схема питания МШУ;
- блок логики и коммутации (БЛИК);
- плата термостата (термостат).

Габаритный чертеж блока приемника приведен в приложении Д.

1.2.2.2.1 Модуль приема сигнала состоит из двух каналов приёма, каждый из которых включает в себя:

- входной предварительный усилитель;
- смеситель первого преобразования частоты;
- тракт первой ПЧ;
- смеситель второго преобразования частоты;
- тракт второй ПЧ;
- два термодатчика (Для измерения температуры используются цифровые термодатчики LM74CIM5, которые обеспечивают диапазон измеряемых температур от минус 55°C до плюс 125°C с относительной точностью $\pm 0,0625$ °C и абсолютной точностью $\pm 1,5$ °C в диапазоне температур от нуля до плюс 40 °C);
- генератор опорной частоты (ОЧ) 8 МГц;
- модуль коммутации сигналов от внутреннего и внешних источников опорной частоты ;
- нагреватели термостата.

Модуль приёма сигналов предназначен для усиления и переноса на вторую ПЧ 512 МГц СВЧ сигнала, приходящего от МШУМ.

Сигнал от МШУМ подаётся на входной предварительный усилитель на микросхеме СНА2069. Усилитель обеспечивает усиление сигнала 20 дБ в частотном диапазоне от 18 до 26 ГГц. После предварительного усиления сигнал фильтруется микрополосковым полосовым фильтром с полосой от 18 до 26 ГГц. Этот фильтр также выполняет функции режекторного фильтра в полосе от 13,5 до 17 ГГц.

Далее смесителем первого преобразования частоты сигнал переносится на первую ПЧ. Смеситель представляет собой микрополосковую структуру с диодным мостом на диодных парах HSCH-9501.

К гетеродинному входу смесителя подводится сигнал первого гетеродина через трехкаскадный усилитель. Первые два каскада выполнены на транзисторах NBB-300, третий каскад выполнен на транзисторе AFM04P3-213. Третий каскад охвачен системой АРУ, которая обеспечивает постоянство мощности сигнала гетеродина на входе смесителя первого преобразования при изменении мощности сигнала гетеродина, подводимого к блоку приема от синтезатора 1.

В тракте первой ПЧ сигнал проходит через полосовой фильтр с центральной частотой 14,072 ГГц и полосой 300 МГц. Затем поступает на усилитель на микросхеме CHA2066. Усилитель обеспечивает усиление сигнала 15 дБ на частоте 14 ГГц.

Далее смесителем второго преобразования частоты сигнал переносится на вторую ПЧ. Смеситель представляет собой микрополосковую структуру с диодным мостом на диодных парах HSCN-9551.

Усилитель сигнала второго гетеродина, подводящегося к гетеродинному входу смесителя второго преобразования, аналогичен усилителю сигнала первого гетеродина.

В тракте второй ПЧ сигнал проходит через полосовой фильтр с центральной частотой 512 МГц и полосой 300 МГц. Затем поступает на усилитель на микросхеме HBFP0420. Усилитель обеспечивает усиление сигнала 15 дБ. Затем к сигналу через делитель-сумматор на трехдецибелных делителях подмешиваются сигналы импульсной калибровки с таким коэффициентом, чтобы внешний сигнал импульсной калибровки увеличивал уровень сигнала выходной промежуточной частоты на $(1 - 8) \%$ в зависимости от значения ступенчатого аттенюатора при охлажденном МШУ и холодной согласованной нагрузке на его входе.

Далее сигнал усиливается двухкаскадным усилителем на транзисторах ATF-54143 с коэффициентом усиления 40 дБ и поступает на управляемый ступенчатый аттенюатор. Аттенюатор имеет пять каскадов с ослаблением (16, 8, 4, 2 и 1) дБ, управляемых по сигналам от БЛИК.

Затем сигнал разветвляется на два канала :

Первая часть сигнала попадает на усилитель на транзисторе HBFP-0402 и затем детектируется квадратичным детектором на транзисторной паре AT-32063 и ОУ AD8051. Сигнал с квадратичного детектора усиливается и затем поступает на вход АЦП, находящегося на плате АЦП в БЛИК.

Вторая часть сигнала усиливается усилителем на транзисторе ATF-54143 и фильтруется полосовым LC-фильтром с центральной частотой 512 МГц и полосой 50 МГц по уровню минус 3 дБ. Затем сигнал усиливается выходным двухкаскадным усилителем на транзисторах ATF-54143 и поступает на разъем интерферометрического выхода X10 (X11).

Генератор ОЧ представляет собой транзисторный кварцевый генератор частоты. Генерируемый им сигнал поступает на вход «внутренний» модуля коммутации сигналов источников ОЧ.

Модуль коммутации содержит квадратичные детекторы на входах внешних источников ОЧ, сигналы от которых поступают на входы АЦП, расположенные на плате АЦП в БЛИК. Коммутация сигналов от внутреннего и внешних источников ОЧ осуществляется переключателями НМС221.

Скоммутированный сигнал поступает на резистивный делитель сигнала и раздается на блоки синтезатор I, синтезатор II и БЛИК через разъемы X1, X4 и X20 соответственно.

В качестве нагревателей термостата используются транзисторные каскады на мощных транзисторах типа NEC-2SD2165. Управление этими каскадами осуществляется с платы термостата.

1.2.2.2.2 Синтезатор I включает в себя :

- восемь модулей генераторов управляемых напряжением, далее по тексту ГУН, настроенных на частоты, соответствующие частотам приёма приёмника : **(4,32; 5,28; 6,24; 7,2; 8,16; 9,12; 10,08; 11,04) ГГц**;
- два модуля ФАПЧ;
- модуль коммутации сигналов с выходов ГУН на входы ФАПЧ и на выходы синтезатора;
- модуль коммутации сигналов с выходов модулей ФАПЧ на входы ГУН;
- термодатчик.

Синтезатор I предназначен для формирования сигналов гетеродина первого частотного преобразователя в первом и втором каналах приемника.

Устройство синтезатора I поясняет блок-схема, приведенная на рисунке 5.

Сигнал с одного из восьми ГУН через СВЧ коммутатор, управляемый внешними сигналами, попадает на вход делителя мощности, с выхода которого часть мощности поступает на вход выходного СВЧ усилителя и далее на выход синтезатора I, а вторая часть мощности поступает на вход системы ФАПЧ. Управляющий сигнал с выхода системы ФАПЧ через НЧ коммутатор поступает на управляющий вход соответствующего ГУН. Таким образом, петля ФАПЧ оказывается замкнутой и на выходе синтезатора формируется сигнал заданной частоты. Если на обоих выходах синтезатора необходимо получить одинаковую частоту, то оба выхода синтезатора коммутируются к выходу одного из ГУН, а для подстройки частоты используется только одна из систем ФАПЧ. Данные, получаемые с термодатчика, определяют готовность синтезатора I к работе (выход на режим).

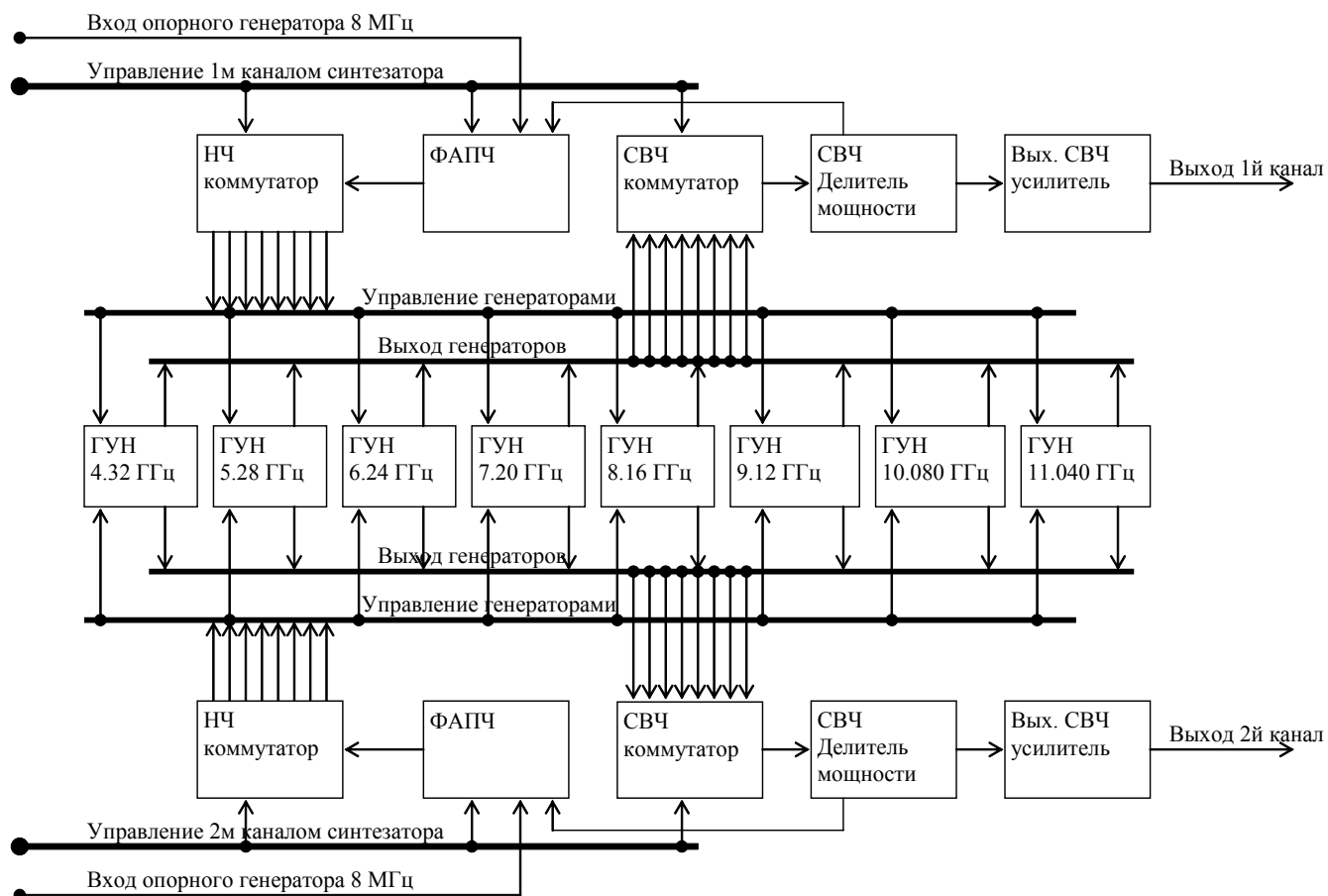


Рисунок 5 - Блок-схема синтезатора I.

1.2.2.2.3 Синтезатор II включает в себя :

- четыре модуля ГУН, настроенных на частоты, соответствующие частотам приёма приёмника : **(6,780; 6,764; 6,748; 6,732) ГГц**;
- два модуля ФАПЧ;
- модуль коммутации сигналов с выходов ГУН на входы ФАПЧ и на выходы синтезатора;
- модуль коммутации сигналов с выходов модулей ФАПЧ на входы ГУН;
- термодатчик.

Синтезатор II предназначен для формирования сигналов гетеродина второго частотного преобразователя в первом и втором каналах приемника.

Устройство синтезатора II поясняет блок-схема, приведенная на рисунке 6.

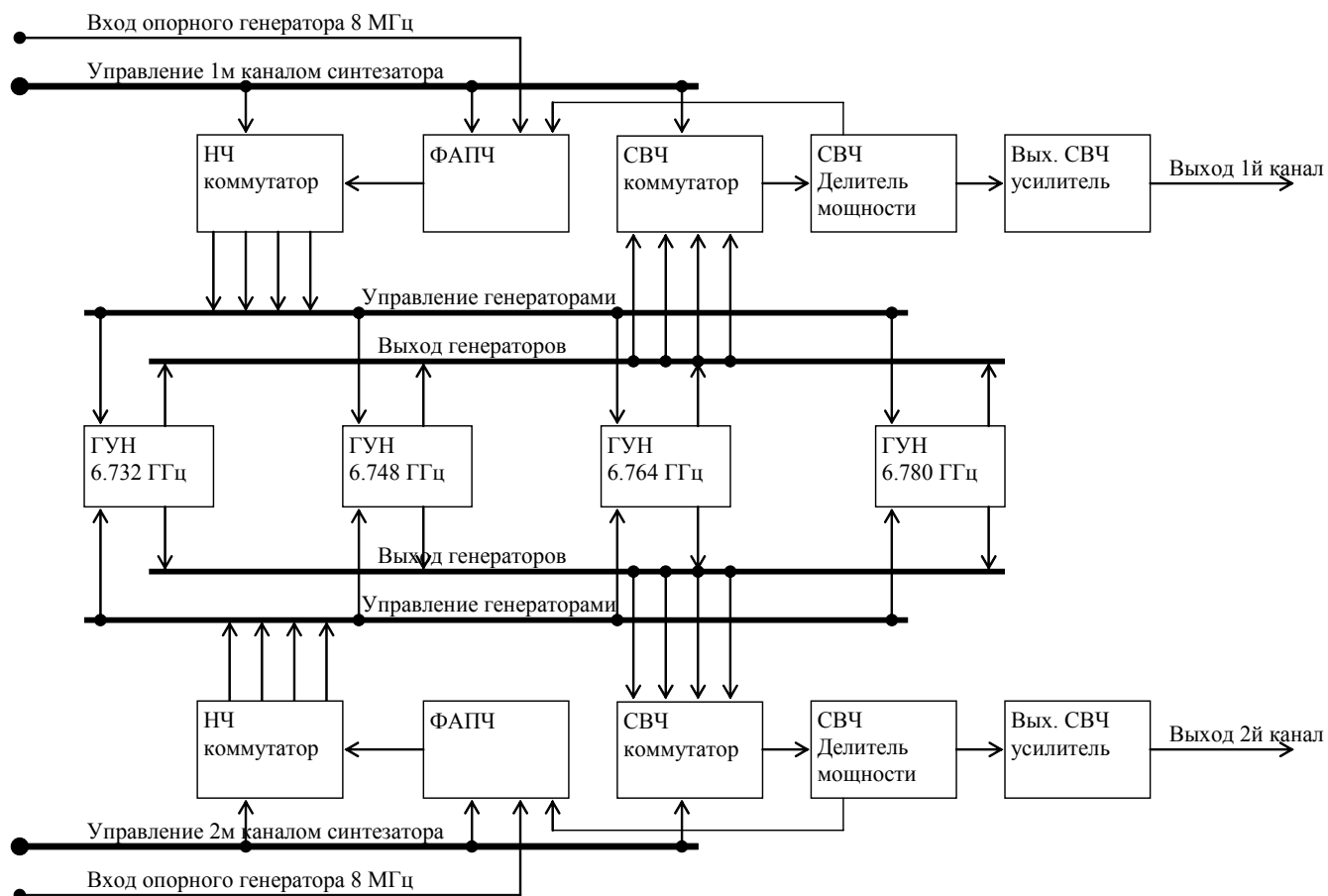


Рисунок 6 - Блок-схема синтезатора II.

Сигнал с одного из четырех ГУН через СВЧ коммутатор, управляемый внешними сигналами, попадает на вход делителя мощности, с выхода которого часть мощности поступает на вход выходного СВЧ усилителя и далее на выход синтезатора II, а вторая часть мощности поступает на вход системы ФАПЧ. Управляющий сигнал с выхода системы ФАПЧ через НЧ коммутатор поступает на управляющий вход соответствующего ГУН. Таким образом, петля ФАПЧ оказывается замкнутой и на выходе синтезатора II формируется сигнал заданной частоты. Если на обоих выходах синтезатора II необходимо получить одинаковую частоту, то оба выхода синтезатора II коммутируются к одному из ГУН, а для подстройки частоты используется только одна из систем ФАПЧ. Данные, получаемые с термодатчика, определяют готовность синтезатора II к работе (выход на режим).

1.2.2.2.4 Генератор шума, схема питания МШУ включает в себя :

- генератор шума (ГШ);
- плата питания МШУ.

ГШ в составе имеет:

- четыре интегральных СВЧ усилителя с полосой от 18 до 26 ГГц и усилением 20 дБ;
- три согласованные нагрузки;

- сдвоенный направленный ответвитель, ответвляющий половину мощности;
- четыре СВЧ ключа;
- четыре аттенюатора;
- термодатчик.

ГШ вырабатывает шумовые сигналы с известной шумовой температурой, предназначенные для калибровки приемника. Устройство и принцип действия ГШ поясняются рисунком 7.

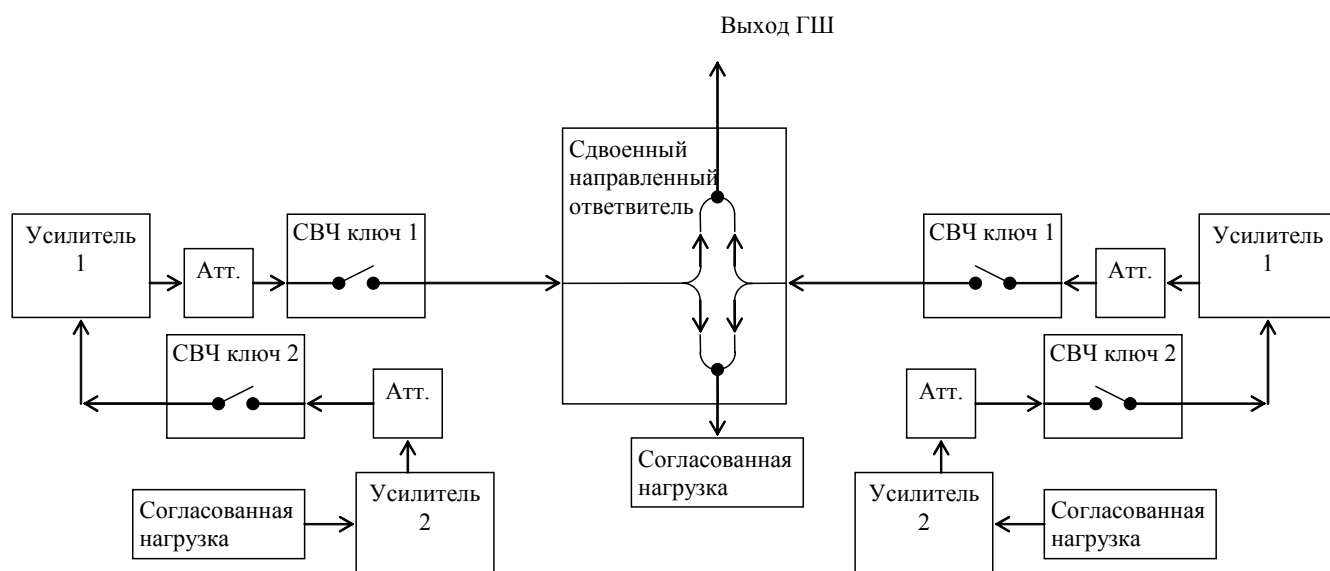


Рисунок 7 - Блок-схема генератора

Для получения шумового сигнала с известными характеристиками используются СВЧ усилители, у которых на входе стоят согласованные нагрузки либо аттенюаторы с достаточно большим затуханием, которые в свою очередь можно рассматривать как широкополосные источники шума с известной шумовой температурой (измеряется термодатчиком). Таким образом, на выходе усилителя шумовая температура равна произведению входных шумов на коэффициент усиления усилителя. ГШ в своем составе имеет два одинаковых формирователя шума, сигналы с которых поступают на сдвоенный направленный ответвитель и далее на выход ГШ. Сдвоенный направленный ответвитель позволяет одновременно вывести сигнал с обоих формирователей шума, при этом обеспечивая между ними развязку. В нормальном режиме работает только один из двух формирователей шума, при этом второй отключен при помощи СВЧ ключа. ГШ имеет три режима работы: 1-выключено, 2-низкий, 3-высокий. 1 режим: все СВЧ ключи разомкнуты и на выход ГШ мощность не поступает. 2 режим: СВЧ ключ 1 замкнут и на выход ГШ поступает сигнал с выхода усилителя 1, таким образом, формируется шумовой сигнал «низкий» ~ 6000 К. 3 режим: СВЧ ключ 1 замкнут и СВЧ ключ 2 замкнут, сигнал с выхода усилителя 2 поступает на вход усилителя 1 и далее на выход ГШ, при этом на выходе ГШ формируется сигнал «высокий» ~ 60000 К.

Плата питания МШУ включает в себя :

- восемь модулей питания транзисторов МШУ ;
- модуль питания диодов подсветки транзисторов МШУ ;
- два коммутатора системы контроля режима работы МШУ ;
- термодатчик.

Плата питания МШУ предназначена для формирования напряжений питания транзисторов МШУ, а так же диодов подсветки транзисторов МШУ.

Блок-схема приведена на рисунке 8.

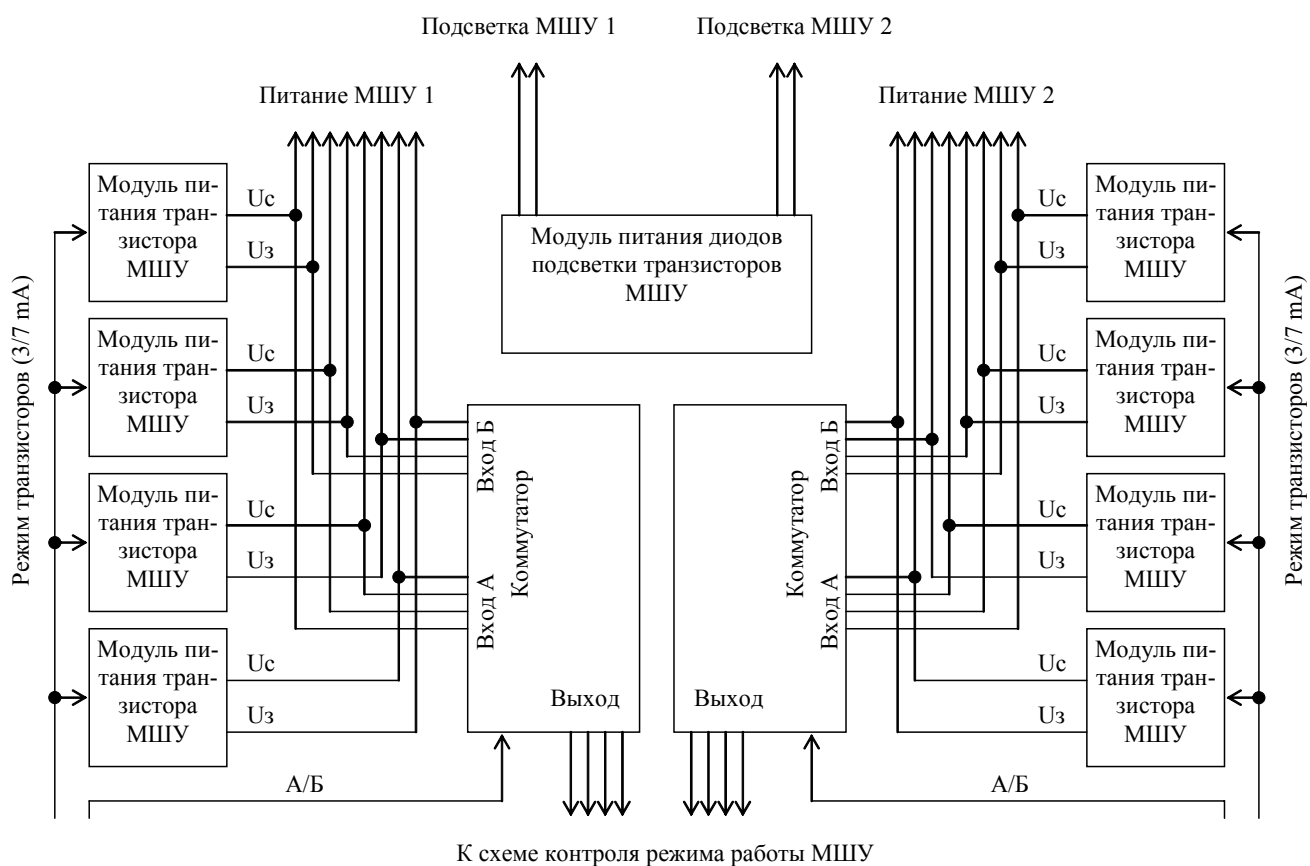


Рисунок 8 - Блок-схема платы питания МШУ

Напряжения питания транзисторов формируются восемью модулями питания (по четыре на каждый МШУ), каждый модуль питания имеет вход управления, позволяющий выбрать один из двух режимов работы:

- охлажденный МШУ – ток стока 3 мА;
- неохлажденный МШУ – ток стока 7 мА.

Аналоговые коммутаторы, подсоединенные к модулям питания транзисторов, являются частью системы контроля режимов работы транзисторов МШУ.

1.2.2.2.5 БЛИК выполняет следующие основные функции:

- управление работой функциональных модулей приемника (синтезаторы, аттенюаторы, генератор шума, термостат, питание МШУ) по внешним командам и в автономном режиме;
- сбор и передача в ТМС телеметрической информации.

Конструктивно БЛИК состоит из трех плат:

- плата микропроцессоров;
- плата БЛИК;
- плата АЦП.

Плата микропроцессоров является интеллектуальным микроконтроллером (МК). МК способен оценивать исправность и работоспособность функциональных модулей приемника и принимать решения в нештатных ситуациях. МК состоит из двух микропроцессоров и системы коммутации и резервирования микропроцессоров.

На плате микропроцессоров ШЛ5.103.108ЭЗ расположены:

- два микропроцессора микросхемы (МС) D6, D21;
- буферные развязывающие каскады МС D1-D3, D10-D12, D16-D18, D22-D24;
- источник вторичного питания МС D4;
- аппаратная часть системы коммутации и резервирования – остальные микросхемы.

При включении общего питания аппаратная часть системы питания и резервирования подключает питание к одному из процессоров, например D6. После выполнения ряда операций (автотестирование, загрузка ПЛИС и др.) работающий процессор посылает контрольное число 72 на входы Q0 – Q7 компаратора D7 через сдвиговый регистр D5. На входах P0 – P7 компаратора D7 число 72 представлено соответствующей распайкой этих входов. Если контрольное число верно (равно 72), то схема коммутации и резервирования микропроцессоров оставляет работающим процессор D6. Если контрольное число неверно, то процессор D6 обесточивается и питание подключается к процессору D21. Если в процессе поиска исправного процессора окажется, что оба неисправны, то все равно один из процессоров продолжает работать в расчете на то, что неисправность имеет локальный характер и не оказывает значительного влияния на общую работоспособность МК.

Исправный процессор приобретает статус ведущего и проверяет работоспособность резервного (ведомого) процессора. Для проверки работоспособности ведомого процессора ведущий процессор подключает питание к ведомому и запрашивает у ведомого процессора его контрольную сумму. Если контрольная сумма ведомого процессора неверна, ведущий процессор перепрограммирует ведомый.

Результаты тестирования заносятся в ИЦМ в раздел технологической информации.

При работе приемника со штатными устройствами на борту КА любой из процессоров может быть перепрограммирован через технологический разъем и любой из процессоров может быть принудительно назначен ведущим.

На плате БЛИК ШЛ5.103.107ЭЗ расположены:

- буферные каскады с оптоэлектронной развязкой для всех сигналов УКС, собранные на микросхемах (МС) D2-D4, V1-V7;
- буферные каскады с оптоэлектронной развязкой для всех сигналов ИЦМ, собранные на МС D9, V8-V13;
- буферные каскады с оптоэлектронной развязкой для передачи ИЦМ через технологический разъем при работе приемника на борту КА, собранные на МС V14-V17;
- источники вторичного электропитания, собранные на МС D1, D5-D7, D11, D12;
- преобразователи уровней для модуля коммутации сигналов с выходов ГУН, собранные на МС D13, D14;
- делители частоты 8МГц, собранные на МС D8;
- программируемая логическая интегральная схема ПЛИС (D10).

Основное назначение ПЛИС – расширение микропроцессоров по входам и выходам. Двусторонняя связь микропроцессоров с ПЛИС осуществляется по стандартному последовательному периферийному интерфейсу SPI. Каждый раз после включения питания МК активный процессор конфигурирует (программирует) ПЛИС.

Основными схемами, сконфигурированными в ПЛИС, являются:

- последовательный 30-и разрядный регистр для приема УКС из БПИ;
- дешифратор адреса УКС;
- последовательные регистры для обмена информацией с микропроцессорами;
- последовательные регистры для передачи ИЦМ в ТМС;
- буферные каскады (в основном триггера) для передачи управляющих сигналов в приемник.

Взаимодействие МК с ПЛИС происходит следующим образом. Получив новый УКС из БПИ, ПЛИС извещает МК о поступлении очередного УКС. Активный процессор МК считывает УКС из ПЛИС и дешифрирует его. Далее МК вырабатывает сигналы управления функциональными модулями приемника и передает их в ПЛИС. ПЛИС заносит эти сигналы в буферные каскады (триггеры), выходы которых управляют соответствующими входами функциональных модулей приемника.

Формирование и передача ИЦМ в РТК происходит следующим образом. Формирование ИЦМ и определение времени начала передачи ИЦМ в РТК производит МК. В ПЛИС ИЦМ передается частями по два байта. Получив первые два байта от МК, ПЛИС выставляет для РТК

сигнал «Данные готовы». РТК выставляет сигнал «Прием данных» и начинает считывание ИЦМ из выходного регистра ПЛИС. По мере необходимости ПЛИС запрашивает и получает от МК очередные два байта ИЦМ.

Если во время передачи ИЦМ в РТК приходит новый УКС из БПИ, то сначала заканчивается передача текущего ИЦМ, и информация, соответствующая новому УКС, будет передана в следующем ИЦМ.

На плате АЦП ШЛ5.103.109 Э3 расположены:

- 24-х разрядный АЦП ADS1211U, микросхема D10, предназначен для оцифровывания радиометрических выходов приемника;
- три десятиразрядных АЦП MAX192BEWP, микросхемы D11-D13, – для оцифровывания выходных напряжений вторичных источников питания, тока потребления термостата, напряжений затворов и стоков транзисторов МШУ;
- дешифратор D9 – для инициализации микросхем АЦП и датчиков температуры;
- буферные каскады с оптоэлектронной развязкой V2-V5 – для ввода сигнала модуляции ГШ;
- источники вторичного питания D1-D3;
- схема измерения тока потребления термостата V1, VT1;
- схема управления включения питания микропроцессоров D4-D8.

Схема управления включения питания микропроцессоров обеспечивает смену функций (активный, резервный) микропроцессоров каждый раз при отключении и повторном подключении питания к приемнику, а значит и к МК. Схема работает следующим образом. В ячейке памяти постоянного запоминающего устройства (ПЗУ) D4 всегда хранится ноль или единица. При подключении питания к приемнику схема управления включения питания микропроцессоров переписывает значение ячейки памяти ПЗУ на противоположное и устанавливает триггер переключения питания микропроцессоров на плате микропроцессоров D13 в соответствии с этим значением.

1.2.2.2.6 Термостат обеспечивает постоянство температуры модуля приема сигналов и блока ГШ.

В качестве температур, по которым работает алгоритм термостата, выбирается температура одного из исправных термодатчиков в блоках синтезаторов – T_0 , а также температура одного из исправных термодатчиков блоков приемника и блока ГШ – T_1 .

Температура термостатирования T_c вычисляется по формуле $T_c = T_0 + 9\text{ С}$. Так как при нагреве модуля приема сигналов и блока ГШ происходит нагрев блоков синтезаторов, то температура T_0 некоторое время увеличивается. Пока температура T_1 не достигнет температуры T_c с точностью 0,5 С, температура T_c постоянно вычисляется по выше приведенной формуле.

После того, как температура T_1 попадает в пределы $T_c \pm 0,5$ С, температура T_c фиксируется.

При выходе температуры T_1 из этих пределов (потеря захвата термостата) температура термостатирования выбирается заново, как указано выше.

Потеря захвата термостата возможна из-за самоперегрева всего приемника, либо из-за переохлаждения всего приемника, когда тока термостата недостаточно для поддержания температуры термостатирования на выбранном уровне.

Алгоритм работы термостата заключается в регулировании тока нагревателя термостата по стандартному закону ПИД-регулирования (пропорционально-интегрирующий и дифференцирующий закон регулирования) в зависимости от температур T_1 и T_c .

Ток потребления термостата не превышает 600 мА (обеспечивается программно). В аварийной ситуации ток потребления термостата не превышает 700 мА (аппаратная защита).

Коэффициенты ПИД-регулятора были подобраны экспериментально таким образом, чтобы термостат выходил на режим за минимально возможное время (приблизительно 3000 секунд).

1.2.2.2.7 Назначение СВЧ разъемов на блоке приемника

ХР7/1-1 – вход МШУ 1 канал.

ХР7/2-1 – вход МШУ 2 канал.

ХР8/1-1 – вход импульсной калибровки 1 канал.

ХР8/2-1 – вход импульсной калибровки 2 канал.

ХР9-1 – выход шумового калибровочного сигнала 1, 2 канал.

ХР10/1-1 – выход промежуточной частоты 1 канал.

ХР10/2-1 – выход промежуточной частоты 2 канал.

ХР11/1-1 – вход опорной частоты 8 МГц 1 канал.

ХР11/2-1 – вход опорной частоты 8 МГц 2 канал.

1.2.2.2.8 Назначение и разводка НЧ разъемов на блоке приемника

ХР1Р-1 – питание термостата 27 В. Разъем типа РС19 АТВ. Разводка приведена в таблице Л.2.

ХР2Р-1 – питание МШУ 1, 2 канал. Разъем типа МР1-50-2-В. Разводка приведена в таблице Л.4.

ХР3К-1 – вход команд управления приемником. Разъем типа МР1-76-2-В. Разводка приведена в таблице Л.3.

ХР4Т-1 – сигналы цифровой телеметрии. Разъем типа МР1-76-2-В. Разводка приведена в таблице Л.5.

ХР5Т-1 – УКС. Разъем типа МР1-50-2-В. Разводка приведена в таблице Л.6.

ХР6ТТ-1 – технологический. Разъем типа МР1-50-2-В. Разводка приведена в таблице Л.7.

ХР16Р-1 – питание блока приемника от ИВЭП ВЧ/М. Разъем типа РС50 АТВ. Разводка приведена в таблице Л.8.

1.2.2.3 ИВЭП состоит из двух независимых модулей источника вторичного электропитания. Каждый модуль имеет отдельный вход питания и релейных команд. Выход ИВЭП подключается к одному или другому модулю по внешней релейной команде.

Габаритный чертеж ИВЭП приведен в приложении К.

Каждый из моделей, входящих в ИВЭП, обеспечивает на выходе ИВЭП шесть гальванически развязанных питания с параметрами, приведенными в таблице 10.

Таблица 10

Обозначение выхода	Выходное напряжение, В	Ток нагрузки, А	Пульсации, мВ, не более	Общая нестабильность Uвых, %, не более
+6В	5,9 – 6,2	0,24 – 0,6	5,0	±0,5
+6В	5,9 – 6,2	1 – 3,6	5,0	±0,5
-6В	Минус 5,9 – 6,2	0,07 – 0,3	5,0	±0,5
+6В	5,9 – 6,2	0,05 – 0,1	5,0	±0,5
+10В	9,9 – 10,2	0,05 – 0,1	5,0	±0,5
+24В	23,5 – 24,5	0,1	10,0	±0,5

Включение ИВЭП производится подачей напряжения бортовой сети на вход одного из модулей. Пусковой ток во входной цепи при включении ИВЭП имеет следующие параметры:

- Амплитуда – не более 4,5 А;
- Длительность – не более 0,25с.

Номинальное напряжение на входе ИВЭП – $(27 \pm 1,5)$ В. Максимальная мощность потребления – 45 Вт (при максимальных токах нагрузки по всем каналам).

Назначение и разводка НЧ разъемов ИВЭП:

ХР17Р-1 – питание блока приемника. Разъем типа РС50 АТВ. Разводка приведена в таблице Л.8.

ХР20/1-1 – сигналы управления и контроля 1-го канала. Разъем типа МР1-30-2-В.

ХР20/2-1 – сигналы управления и контроля 2-го канала. Разъем типа МР1-30-2-В.

ХР21/1-1 – питание 27 В 1-го канала. Разъем типа РС19 АТВ.

ХР21/2-1 – питание 27 В 2-го канала. Разъем типа РС19 АТВ.

Разводка разъемов ХР20/1-1 и ХР20/2-1 приведена в таблице Л.9 приложения Л.

Разводка разъемов ХР21/1-1 и ХР21/2-1 приведена в таблице Л.10 приложения Л.

2 Использование по назначению

2.1.1.1 Проверка работоспособности приемника проводится с помощью программы КОРОТКИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕСТ (КФТ). Эта программа выполняет следующие функции:

- проверка цепи "Контроль стыковки";
- измерение и регистрация сигналов радиометрического и интерферометрического выходов обоих каналов приемника;
- проверка исполнения команд управления приемником;
- прием и регистрация телеметрических параметров приемника;
- регистрация тока потребления приемника по линиям питания 27 В;
- проверка работы термостата в нормальных климатических условиях.

Работа с программой КФТ проводится в следующей последовательности:

2.1.1.1.1 Собрать схему в соответствии с приложением Е.

2.1.1.1.2 Подключить блок КИА к сети питания 220 В, 50 Гц. На блоке КИА перевести тумблер СЕТЬ ОБЩ в положение ВКЛ.

Чтобы не допустить ошибку при соединении однотипных разъемов приемника, все разъемы приемника и КИА последовательно объединены цепью «Контроль стыковки» с проверкой этой цепи при помощи КИА. Свечение светодиода КОНТР СТЫК на передней панели КИА свидетельствует о правильном соединении разъемов приемника. В противном случае проверить правильность соединения всех разъемов.

2.1.1.1.3 Включить компьютер (кнопка включения на передней панели системного блока) и дисплей.

2.1.1.1.4 После загрузки операционной системы Windows 98 с Рабочего Стола монитора запустить программу КФТ (КФТ ПКРТ1.vi). При этом произойдет автоматический запуск программы LabView и под её управлением запустится программа КФТ ПКРТ1.vi. Вид экрана компьютера при этом изображен на рисунке 9.

2.1.1.1.5 Включить приемник. Для этого на блоке КИА перевести тумблеры «СЕТЬ БП+27В», ПИТАН ПРМ и ПИТАН ТЕРМ в положение ВКЛ в указанной очередности.

2.1.1.1.6 Убедиться в том, что в окне ИНФОРМАЦИЯ появилось сообщение ОК, означающее, что приемник посылает на КИА ИЦМ. Результаты КФТ записываются в текстовый

файл TEXT.DAT на диске "С" в директории "ТЕМР", распечатка которого приведена в приложении П.

2.1.1.1.7 При завершении КФТ закройте LabView.

2.1.1.1.8 Выключить приемник. Для этого переведите тумблеры ПИТАН ТЕРМ, ПИТАН ПРМ, «СЕТЬ БП +27 В», в положение ВЫКЛ в указанной очередности.

2.1.1.1.9 Завершить работу Windows, выключить питание компьютера.

2.1.1.1.10 Выключить блок КИА. Для этого переведите тумблер СЕТЬ ОБЩ в положение ВЫКЛ.

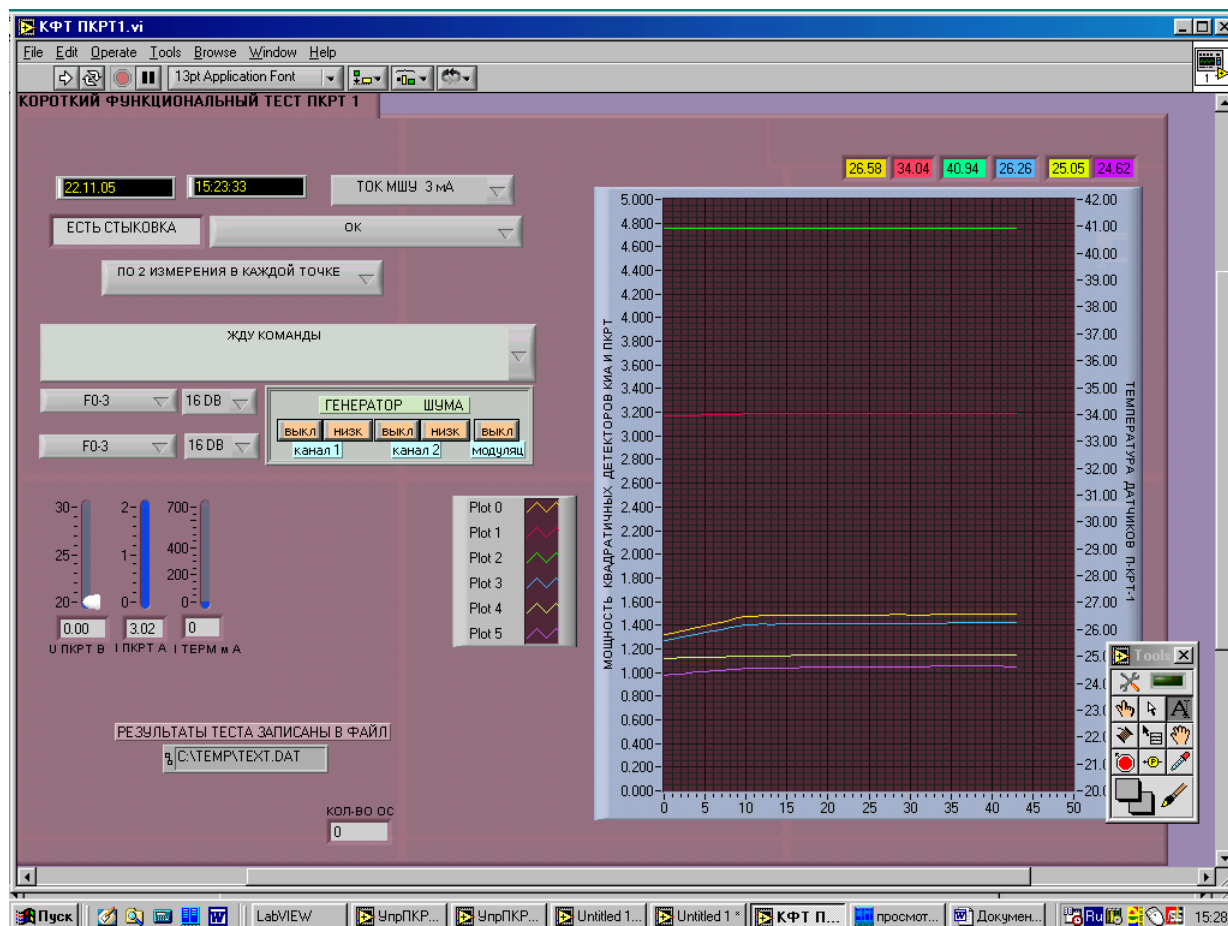


Рисунок 9 - Панель «КФТ ПКРТ1.vi».

2.2 Использование приемника

2.2.1 Автономные испытания

Автономные испытания проводятся с целью проверки и подтверждения параметров прибора перед проведением частичных комплексных испытаний. Автономные испытания приемника проводятся при помощи КИА и не требуют дополнительных приборов. Они проводятся при помощи специально разработанных компьютерных программ УпрПКРТ1.vi. Схема соединения КИА с приемником приведена в приложении Е.

2.2.1.5.3 Выбрать опорные частоты каналов приёмника (падающие меню «FK1» и «FK2»).

2.2.1.5.4 Выбрать значения ослаблений аттенюаторов в каналах приёмника (падающие меню «АТТ.1» и «АТТ.2»).

2.2.1.5.5 Выбрать режим работы генератора шума с помощью группы кнопок УПРАВЛЕНИЕ ГЕНЕРАТОРОМ ШУМА. Если любая из кнопок, или обе кнопки включения ГШ находятся в положении ВКЛ, ГШ включается. Если любая из кнопок, или обе кнопки уровня ГШ находятся в положении ВЫСОК, ГШ производит сигнал высокого уровня, иначе – низкого уровня (при включенном ГШ). Кнопка МОДУЛЯЦ управляет включением модуляции ГШ с частотой 1 кГц.

2.2.1.6 При изменении любого из вышеуказанных параметров происходит автоматическая посылка УКС на блок приемника.

2.2.1.7 Дополнительная группа кнопок ОТКЛЮЧЕНИЕ ГЕТЕРОДИНОВ служит для выборочного отключения гетеродинов первого и второго преобразования в обоих каналах. При изменении состояния этой группы кнопок происходит передача специального технологического УКС, не включающего в себя установку остальных параметров приёмника.

2.2.1.8 Кнопка STOP служит для корректного завершения работы программы.

2.2.1.9 Просмотр и анализ принимаемой от блока приемника информации.

2.2.1.9.1 Блок приемника периодически передаёт информацию на КИА с помощью ИЦМ. Эта информация, а также параметры, измеряемые КИА, отображаются в окне программы УпрПКРТ.

2.2.1.9.2 В группе значений РЕЖИМЫ РАБОТЫ ТРАНЗИСТОРОВ МШУ индицируются значения напряжений на стоках и затворах транзисторов МШУ (в вольтах).

2.2.1.9.3 В группе значений ИП ПКРТ индицируются значения напряжений источников питания блока приемника (в вольтах), а также ток термостата, измеряемый датчиком тока, расположенным в блоке приемника.

2.2.1.9.4 В группе значений «ДЕТЕКТОРЫ 8 МГц» индицируются уровни напряжений опорных генераторов (в вольтах).

2.2.1.9.5 В группе индикаторов ЗАХВАТ ГЕТЕРОДИНОВ индицируются состояния захватов гетеродинов (слева направо): 1 гетеродина 1 канала, 2 гетеродина 1 канала, 1 гетеродина 2 канала, 2 гетеродина 2 канала. Если индикатор светится, соответствующий гетеродин находится в состоянии захвата частоты.

2.2.1.9.6 В группе значений МОЩНОСТИ ГЕТЕРОДИНОВ индицируются уровни мощности гетеродинов (слева направо): 1 гетеродина 1 канала, 2 гетеродина 1 канала, 1

гетеродина 2 канала, 2 гетеродина 2 канала. Измерители мощности не калиброваны, и служат только для контроля наличия сигналов гетеродинов.

2.2.1.9.7 В группе ОТКЛЮЧЕНИЕ ГЕТЕРОДИНОВ под кнопками выборочного отключения гетеродинов отображаются соответствующие значения частот гетеродинов

2.2.1.9.8 Графическое поле служит для отображения температур термодатчиков блока приемника, термодатчиков нагрузок МШУ (правая вертикальная ось, [градусы Цельсия]), мощностей квадратичных детекторов КИА, подключаемых к интерферометрическим выходам блока приемника (в милливаттах), и напряжений (в вольтах) на детекторах радиометрических выходов блока приемника (левая вертикальная ось). По нижней оси откладываются номера полученных ИЦМ (в случае нормальной связи с блоком приемника).

2.2.1.9.9 Отображение графиков управляется кнопками сверху и снизу графического поля. Кнопки «ПРМ1», «ПРМ2», «ГШ1», «ГШ2», «Г1», «Г2» отвечают за отображение графиков температуры, измеряемой термодатчиками блока приемника (каналы 1 и 2 приёмного модуля, каналы 1 и 2 модуля ГШ, модули гетеродинов первого и второго преобразования, соответственно). Кнопки «КВ. Дт1 КИА», «КВ. Дт2 КИА», «КВ. Дт1 ПКРТ», «КВ. Дт2 ПКРТ» отвечают за отображение графиков мощностей, измеренных квадратичными детекторами КИА, подключенными к интерферометрическим выходам каналов 1 и 2 блока приемника, соответственно, и напряжений на детекторах радиометрических выходов блока приемника. Рядом с кнопками (снизу или справа) отображаются текущие значения параметров; цвета выделения шрифта значений соответствует цветам графиков. Под кнопками «КВ. Дт2 КИА», «КВ. Дт2 ПКРТ» расположены контроллеры с цифровой индикацией. Эти контроллеры позволяют задавать смещение графиков «КВ. Дт2 КИА», «КВ. Дт2 ПКРТ».

2.2.1.9.10 Кнопка ТЕХН ИНФОРМ управляет выводом на экран дисплея панели ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ о состоянии блока приемника (информация о работе микроконтроллера, загрузке ПЛИС, работе термостата, состоянии опорных генераторов).

2.2.1.9.11 Индикатор РАБОТА ТЕРМОСТАТА отображает состояние термостата. После выхода на температуру термостатирования появляется сообщение ТЕРМОСТАТ ГОТОВ.

2.2.1.10 Установка и измерение параметров КИА

2.2.1.10.1 Сделать активной панель УСТАНОВКА И ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КИА (или убедиться в том, что она активна) в соответствии с рисунком 11.

2.2.1.10.2 Установить желаемые параметры работы КИА:

2.2.1.10.3 Группа кнопок «УПРАВЛЕНИЕ ИП 27 В» служит для выбора режима работы источника питания 27 В (НИЗК, НОРМ или ВЫСОК).

2.2.1.10.4 Группа кнопок «УПРАВЛЕНИЕ ИП 9В» служит для выбора режима работы источника питания 9 В (НИЗК, НОРМ или ВЫСОК).

2.2.1.10.5 Группа кнопок ИВЭП служит для выбора режима работы источника вторичного электропитания (ОСНОВНОЙ или РЕЗЕРВНЫЙ). **Внимание: при использовании этих кнопок тумблер ПИТАН ПРМ на блоке КИА должен находиться в положении ВЫКЛ.**

2.2.1.10.6 Падающие меню «F» и «Atten» группы СВЧ БЛОК КИА служат для установки параметров СВЧ блока КИА: частоты генераторов «512 МГц», аттенюаторов на выходах «512 МГц».

Кнопки отвечают за следующие функции:

- включение входов квадратичных детекторов КИА каналов 1 и 2, подключаемых к интерферометрическим выходам блока приемника ;
- включение генераторов КИА «512 МГц» каналов 1 и 2 ;
- включение модуляции входов квадратичных детекторов КИА.

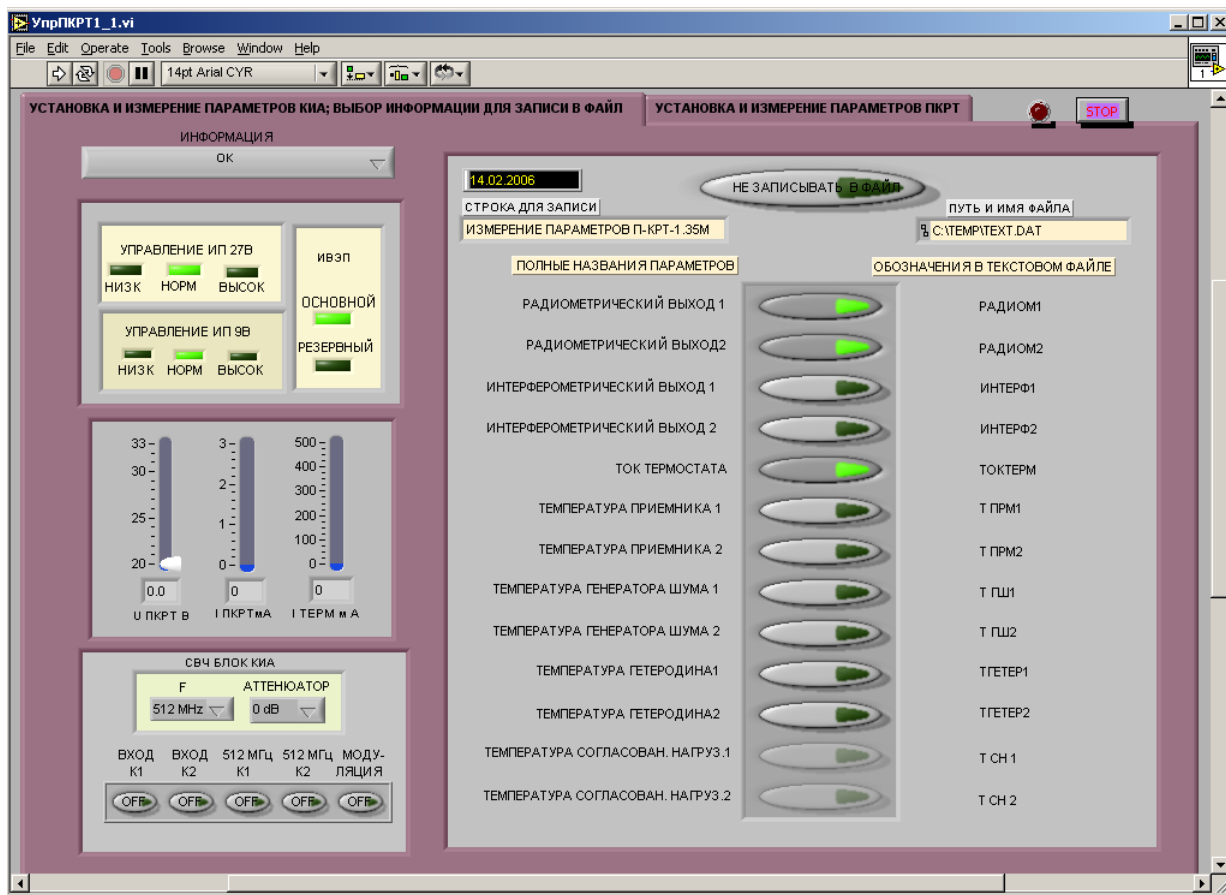


Рисунок 11 - Панель «УСТАНОВКА И ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КИА»

2.2.1.10.7 Запись информации в файл

На правой стороне рассматриваемой панели расположена группа кнопок для управления записью информации в текстовый файл. Запись в файл производится каждый раз после приема очередного ИЦМ от приемника, если кнопка включения записи установлена в положение ЗАПИСЫВАТЬ В ФАЙЛ. СТРОКА ДЛЯ ЗАПИСИ ОПЕРАТОРА предназначена для заметок

оператора. В строке ПУТЬ И ИМЯ ФАЙЛА по умолчанию записано C:\TEMP\TEXT.DAT. Предполагается, что в процессе работы приемника информация всегда записывается в этот файл и, если требуется, после остановки программы переписывается оператором в любой желаемый файл. Путь и имя файла можно изменить и до начала работы приемника.

Кнопки выбора информации определяют содержание текстового файла. Если кнопки включены как показано на рисунке 6, то в текстовом файле будет три цифровых колонки с заголовками «РАДИОМ1», «РАДИОМ2» и ТОК ТЕРМ.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АРУ	– автоматическая регулировка уровня
АЦП	– аналого-цифровой преобразователь
БЛИК	– блок логики и коммутации
БПИ	– блок преобразования интерфейсов
БУАС-Ф	– блок управления состояниями (фокальный контейнер)
Г	– гетеродин
ГУН	– генератор управляемых напряжений
ГШ	– генератор шума
ИВЭП	– источник вторичного электропитания
ИЦМ	– информационный цифровой массив
ЗИП	– запасное имущество прибора
КА	– космический аппарат
КВ.Дт	– квадратичный детектор
КИА	– контрольно-испытательная аппаратура
КСВ	– коэффициент стоячей волны
КРТ	– космический радиотелескоп
КФТ	– короткий функциональный тест
МЗР	– младший значащий разряд
МК	– микроконтроллер
МС	– микросхема
МУКС	– магистраль управляющих кодовых слов
МШУ	– маломощный усилитель
МШУМ	– маломощный усилительный модуль
НКУ	– нормальные климатические условия
НЧ	– низкие частоты
ОГ	– опорный генератор
ОРСДБ	– орбитальная радио интерферометрия со сверхдлинными базами
ОУ	– операционный усилитель
ОЧ	– опорная частота
ПЗУ	– постоянное запоминающее устройство
ПИД-регулирования	– пропорционально-интегрирующий и дифференцирующий закон регулирования
П-КРТ-92	– блок импульсной калибровки
ПЛИС	– программируемая логическая интегральная схема

ПРМ	– приемник
ПЧ	– промежуточная частота
РТК	– радиотелеметрический комплекс
СВЧ	– сверхвысокая частота
Сел. СВЧ	– блок СВЧ селектора
ТМС	– телеметрическая система сбора данных
УКС	– управляющие кодовые слова
ФАПЧ	– фазовая автоподстройка частоты
ФГ СВЧ	– блок опорных частот
ФК	– фокальный контейнер
ШАА	– шина адреса абонента
ШД	– шина данных
ШС	– шина синхронизации
ЭВМ	– электронная вычислительная машина

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Команды управления приемником П-КРТ-1.35М

Номера и значения разрядов УКС	Команда
30 29	Режимы работы П-КРТ-1,35М
0 0	Внутренний, опорный канал 1
0 1	Внутренний, опорный канал 2
1 0	Внешний
1 1	Технологический
28 27 26 25	Полосы F _{xx} 1-го канала
0 0 0 0	Полоса F ₋₄ (18,392 ГГц)
0 0 0 1	Полоса F ₋₃ (19,352 ГГц)
0 0 1 0	Полоса F ₋₂ (20,312 ГГц)
0 0 1 1	Полоса F ₋₁ (21,272 ГГц)
0 1 0 0	Полоса F ₀ (22,232 ГГц)
0 1 0 1	Полоса F ₁ (23,192 ГГц)
0 1 1 0	Полоса F ₂ (24,152 ГГц)
0 1 1 1	Полоса F ₃ (25,112 ГГц)
1 0 0 0	Полоса F ₀₋₁ (22,200 ГГц)
1 0 0 1	Полоса F ₀₋₂ (22,168 ГГц)
1 0 1 0	Полоса F ₀₋₃ (22,136 ГГц)
24 23 22 21	Полосы F _{xx} 2-го канала
0 0 0 0	Полоса F ₋₄ (18,392 ГГц)
0 0 0 1	Полоса F ₋₃ (19,352 ГГц)
0 0 1 0	Полоса F ₋₂ (20,312 ГГц)
0 0 1 1	Полоса F ₋₁ (21,272 ГГц)
0 1 0 0	Полоса F ₀ (22,232 ГГц)
0 1 0 1	Полоса F ₁ (23,192 ГГц)
0 1 1 0	Полоса F ₂ (24,152 ГГц)
0 1 1 1	Полоса F ₃ (25,112 ГГц)
1 0 0 0	Полоса F ₀₋₁ (22,200 ГГц)
1 0 0 1	Полоса F ₀₋₂ (22,168 ГГц)
1 0 1 0	Полоса F ₀₋₃ (22,136 ГГц)
20 19 18 17 16	Ослабления аттенюатора 1-го канала
0 0 0 0 0	Ослабление 0 дБ
0 0 0 0 1	Ослабление 1 дБ
0 0 0 1 0	Ослабление 2 дБ
0 0 0 1 1	Ослабление 3 дБ
0 0 1 0 0	Ослабление 4 дБ
0 0 1 0 1	Ослабление 5 дБ
0 0 1 1 0	Ослабление 6 дБ
0 0 1 1 1	Ослабление 7 дБ
0 1 0 0 0	Ослабление 8 дБ

Номера и значения разрядов УКС	Команда
0 1 0 0 1	Ослабление 9 дБ
0 1 0 1 0	Ослабление 10 дБ
0 1 0 1 1	Ослабление 11 дБ
0 1 1 0 0	Ослабление 12 дБ
0 1 1 0 1	Ослабление 13 дБ
0 1 1 1 0	Ослабление 14 дБ
0 1 1 1 1	Ослабление 15 дБ
1 0 0 0 0	Ослабление 16 дБ
1 0 0 0 1	Ослабление 17 дБ
1 0 0 1 0	Ослабление 18 дБ
1 0 0 1 1	Ослабление 19 дБ
1 0 1 0 0	Ослабление 20 дБ
1 0 1 0 1	Ослабление 21 дБ
1 0 1 1 0	Ослабление 22 дБ
1 0 1 1 1	Ослабление 23 дБ
1 1 0 0 0	Ослабление 24 дБ
1 1 0 0 1	Ослабление 25 дБ
1 1 0 1 0	Ослабление 26 дБ
1 1 0 1 1	Ослабление 27 дБ
1 1 1 0 0	Ослабление 28 дБ
1 1 1 0 1	Ослабление 29 дБ
1 1 1 1 0	Ослабление 30 дБ
1 1 1 1 1	Ослабление 31 дБ
15 14 13 12 11	Ослабления аттенюатора 2-го канала
0 0 0 0 0	Ослабление 0 дБ
0 0 0 0 1	Ослабление 1 дБ
0 0 0 1 0	Ослабление 2 дБ
0 0 0 1 1	Ослабление 3 дБ
0 0 1 0 0	Ослабление 4 дБ
0 0 1 0 1	Ослабление 5 дБ
0 0 1 1 0	Ослабление 6 дБ
0 0 1 1 1	Ослабление 7 дБ
0 1 0 0 0	Ослабление 8 дБ
0 1 0 0 1	Ослабление 9 дБ
0 1 0 1 0	Ослабление 10 дБ
0 1 0 1 1	Ослабление 11 дБ
0 1 1 0 0	Ослабление 12 дБ
0 1 1 0 1	Ослабление 13 дБ
0 1 1 1 0	Ослабление 14 дБ
0 1 1 1 1	Ослабление 15 дБ
1 0 0 0 0	Ослабление 16 дБ
1 0 0 0 1	Ослабление 17 дБ
1 0 0 1 0	Ослабление 18 дБ
1 0 0 1 1	Ослабление 19 дБ
1 0 1 0 0	Ослабление 20 дБ
1 0 1 0 1	Ослабление 21 дБ
1 0 1 1 0	Ослабление 22 дБ

Номера и значения разрядов УКС	Команда
1 0 1 1 1	Ослабление 23 дБ
1 1 0 0 0	Ослабление 24 дБ
1 1 0 0 1	Ослабление 25 дБ
1 1 0 1 0	Ослабление 26 дБ
1 1 0 1 1	Ослабление 27 дБ
1 1 1 0 0	Ослабление 28 дБ
1 1 1 0 1	Ослабление 29 дБ
1 1 1 1 0	Ослабление 30 дБ
1 1 1 1 1	Ослабление 31 дБ
10 9 8 7 6	Управление генератором шума
x x x x 0	ГШ 1 выключен
x x x x 1	ГШ 1 включен
x x x 0 x	ГШ 1 низкий
x x x 1 x	ГШ 1 высокий
x x 0 x x	ГШ 2 выключен
x x 1 x x	ГШ 2 включен
x 0 x x x	ГШ 2 низкий
x 1 x x x	ГШ 2 высокий
0 x x x x	Модуляция выключена
1 x x x x	Модуляция включена
5	Типы измерений
0	Юстировка (Антенные)
1	Наблюдения (Режимные)
4	Ток МШУ
0	3 мА
1	7,5 мА
3 2 1	Резерв

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

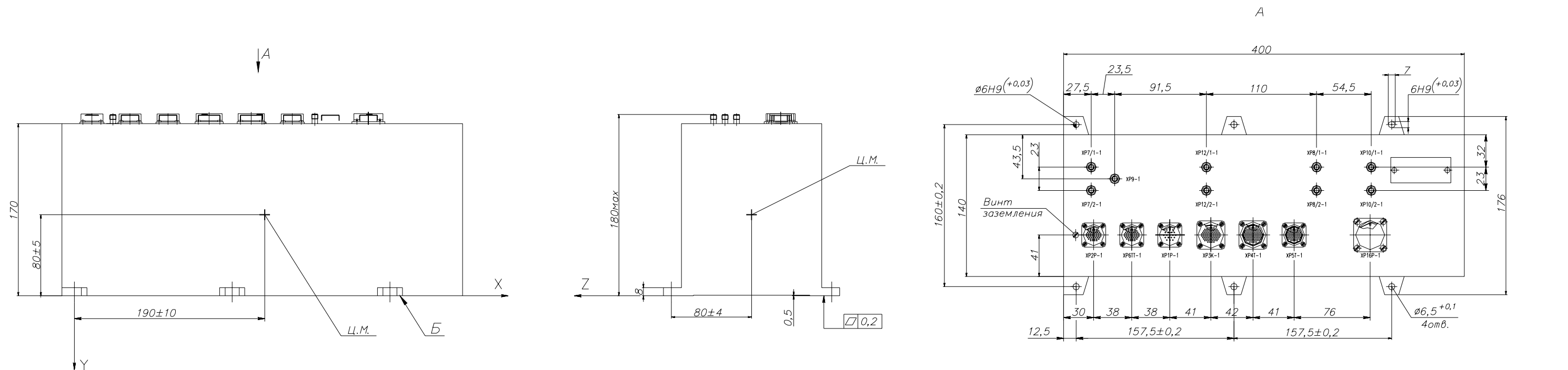
Перечень телеметрических параметров

Параметр	Способ передачи	Примечание
1 Радиометрический выход 1-го канала	ИЦМ 24 бита	Выходные параметры
2 Радиометрический выход 2-го канала	ИЦМ 24 бита	
3 Захват да/нет каждого гетеродина	ИЦМ 4 бита	
4 Температуры термодатчиков (6 значений по 13 бит)	ИЦМ 78бит	
5 Последний принятый УКС (смотри ПРИЛОЖЕНИЕ А)	ИЦМ 30 бит	Контрольные сигналы
6 Режимы работы транзисторов МШУ (16 значений по 10 бит)	ИЦМ 160 бит	
7 Мощности гетеродинов (4 значения по 10 бит)	ИЦМ 40 бит	
8 Выходы детекторов 8 МГц (2 значения по 10 бит)	ИЦМ 20 бит	
9 Ток термостата	ИЦМ 10 бит	
10 Напряжения питаний (6 значений по 10 бит)	ИЦМ 60 бит	Технологическая информация
11 Контрольная сумма МК верна Контрольная сумма МК неверна	ИЦМ 1 бит	
12 Загрузка ПЛИС верна Загрузка ПЛИС неверна	ИЦМ 1 бит	
13 ПЛИС запрограммирована с первого раза ПЛИС запрограммирована не с первого раза	ИЦМ 1 бит	
14 Термостат работает надежно Термостат работает ненадежно	ИЦМ 1 бит	
15 Напряжение детектора ОГ1 ниже нормы Напряжение детектора ОГ1 выше нормы Напряжение детектора ОГ1 в норме	ИЦМ 2 бит	
16 Напряжение детектора ОГ2 ниже нормы Напряжение детектора ОГ2 выше нормы Напряжение детектора ОГ2 в норме	ИЦМ 2 бит	
17 Работает ОГ1 Работает ОГ2 Работает внутренний ОГ	ИЦМ 3 бит	Технологическая информация
18 Время работы приемника	ИЦМ 32 бит	
19 Термостат выходит на режим Термостат вышел на режим	ИЦМ 1 бит	

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(справочное)

Габаритный чертеж блока приемника КРТ-1,35 М



8. Тип применяемых соединителей:
- а) МР1-50-2-В (3 шт.) для ХР2Р-1, ХР5Т-1, ХР6ТТ-1;
 - б) МР1-72-2-В для ХР3К-1, ХР4Т-1;
 - в) вилка РС19АТВ для ХР1Р-1;
 - г) вилка РС50АТВ для ХР16Р-1;
 - д) К232В Outline (3 шт.) для ХР7/1-1, ХР7/2-1, ХР9-1;
 - е) SMA-313 (6 шт.) для остальных разъемов.
9. Покрытие наружных поверхностей эмаль ЭП-140 черная ГОСТ 24709-81 ($\varepsilon \geq 0,9$).
10. Один из винтов крепления разъемов МР или РС имеет отверстие диаметром 0,8 мм для контролки ответной части.
1. Блок устанавливается внутри фокального гермоотсека.
2. Температура газа на входе 0...+40°C.
3. Потребляемая мощность – 28 Вт.
4. Металлизация через болт крепления или посадочную поверхность Б. Материал основания Д16 (АМг6).
5. Масса и центр масс блока уточняются после изготовления первых образцов.
6. Общая площадь контакта с опорной поверхностью 50,30мм ±1%.
7. Моменты инерции: $=40420 \text{ кгмм}^2 \pm 10\%$,
Jyy = $149670 \text{ кгмм}^2 \pm 10\%$, $=157420 \text{ кгмм}^2 \pm 10\%$.

Фото. Многочастотный бортовой приемник (П-КРТ-1.35М)

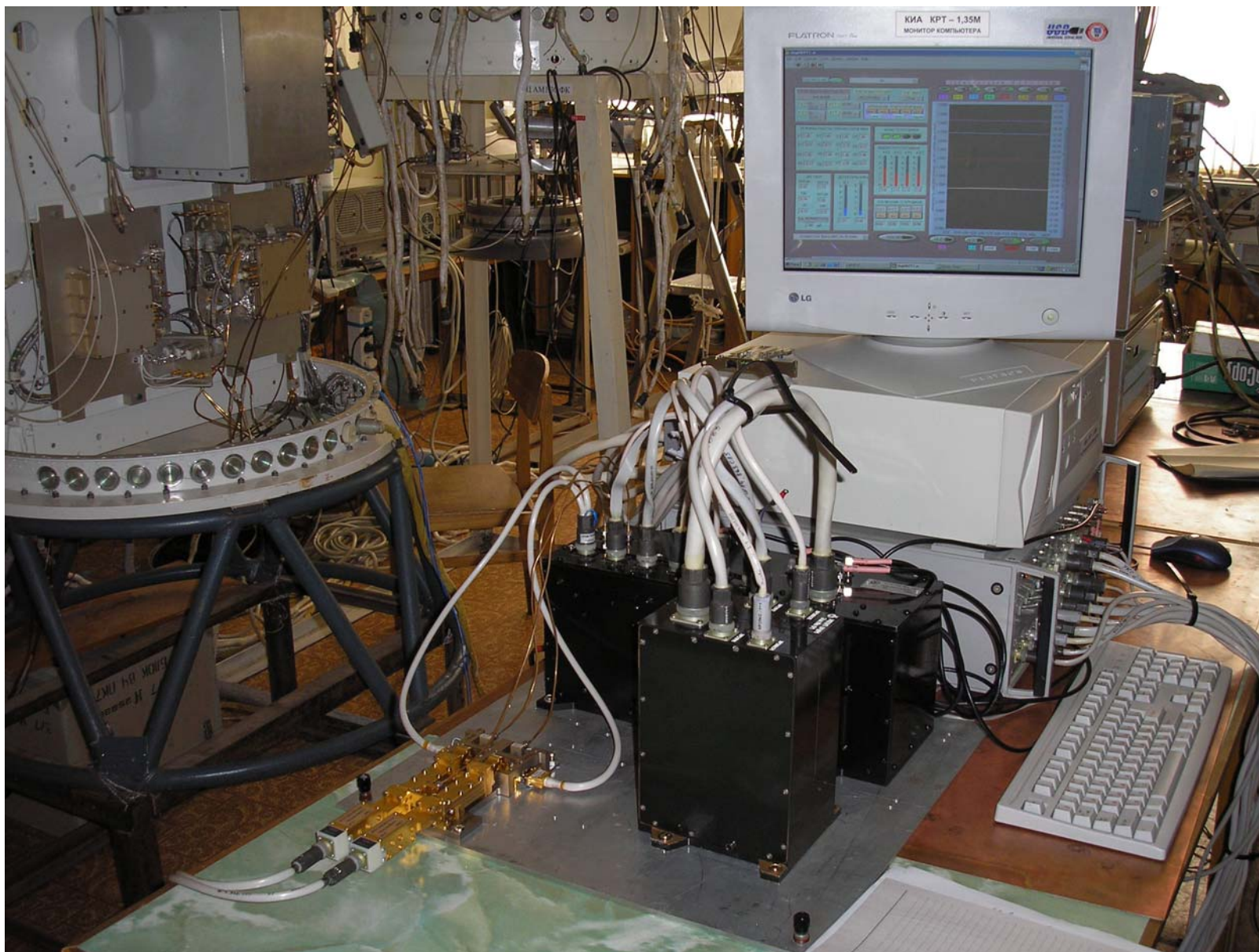


Фото. Волноводный малошумящий охлаждаемый усилительный модуль (МШУМ).

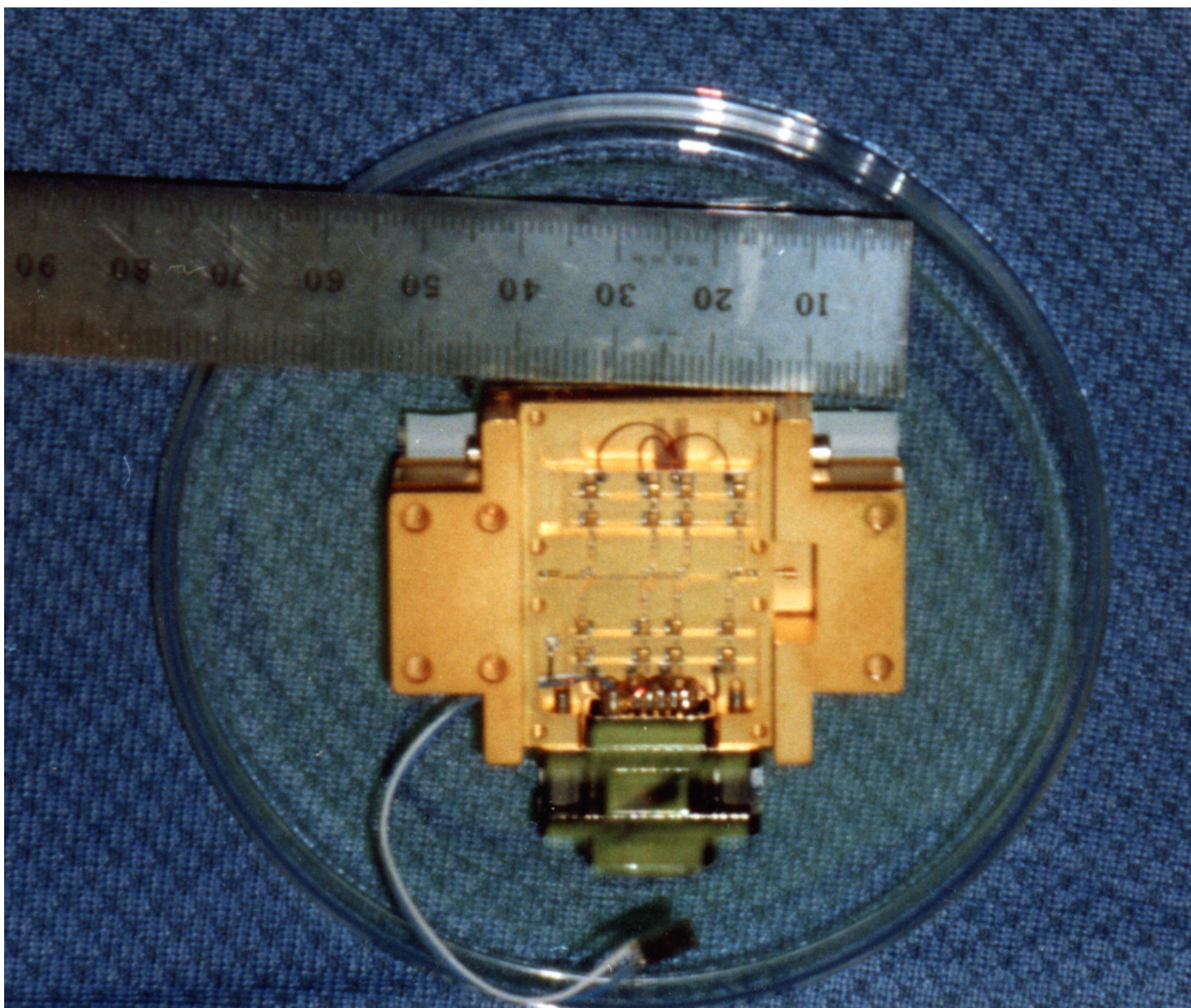


Фото. Двухканальный малозумящий усилитель (МШУ).

