

Микросборки

2610ХД1У

2610ХД2У

2610ХД3У

2610ХД4У

2610ХД5У

УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

ТДЦК.431328.009 Д14

Микросборки 2610ХД1У, 2610ХД2У, 2610ХД3У, 2610ХД4У, 2610ХД5У

Устройство приемо-усилительное

Тип корпуса 5145.48-1

Категория качества микросборок – «ВП»

Содержание

1	Назначение и область применения	4
2	Основные электрические параметры	5
3	Габаритные размеры и назначение выводов микросборок ПУ	11
4	Принцип работы микросборок ПУ	15
5	Описание контроллера интерфейса SPI.....	18
6	Указания по применению и монтажу	25
7	Типовая схема включения микросборок ПУ.....	28
8	Применение в режимах и условиях, не предусмотренных в ТУ на микросборки ПУ	29
9	Требования по безопасности	29
	Приложение А (справочное) S-параметры микросборок ПУ	30
	Перечень сокращений	31

Настоящие указания по применению распространяются на микросборки 2610ХД1У, 2610ХД2У, 2610ХД3У, 2610ХД4У, 2610ХД5У и предназначены для изучения основных технических характеристик, параметров, принципа работы, указаний по применению.

Примечание - Основным документом, определяющим режимы и условия применения микросборок 2610ХД1У, 2610ХД2У, 2610ХД3У, 2610ХД4У, 2610ХД5У, являются технические условия ТДЦК.431328.009 ТУ.

1 Назначение и область применения

Микросборки 2610ХД1У, 2610ХД2У, 2610ХД3У, 2610ХД4У, 2610ХД5У (микросборки приемо-усилительные, далее по тексту микросборки ПУ) предназначены для применения в радиоэлектронной аппаратуре различного назначения для построения аналоговых трактов радиоприемных устройств навигационных систем ГЛОНАСС/GPS, обеспечивающих работу в пяти навигационных диапазонах:

- L1 ГЛОНАСС - 2610ХД1У;
- L2 ГЛОНАСС - 2610ХД2У;
- L3 ГЛОНАСС - 2610ХД3У;
- L1 GPS - 2610ХД4У;
- L2 GPS - 2610ХД5У.

Микросборки ПУ выполняют следующие задачи:

- предварительное усиление в малошумящем усилителе;
- первое и второе гетеродинирование;
- формирование опорных гетеродинных сигналов;
- автоматическое регулирование усиления;
- фильтрацию сигналов промежуточной частоты;
- трехуровневое квантование сигналов.

2 Основные электрические параметры

Основные электрические параметры микросборок ПУ приведены в таблицах (Таблица 1 - Таблица 6).

Примечание – Графики *S*-параметров встроенного МШУ микросборок ПУ приведены в приложении А. В табличном виде *S*-параметры встроенного МШУ могут предоставляться по отдельному запросу.

Таблица 1 - Основные электрические параметры микросборки 2610ХД1У

Наименование параметра, единица измерения	Буквенное обозначение	Норма		Температура, °С
		не менее	не более	
1 Напряжение питания ячеек ввода-вывода, В	U_{CC1}	1,7	2,6	от -60 до +125
2 Напряжение питания тракта, В	U_{CC2}	2,85	3,15	от -60 до +125
3 Напряжение питания встроенного МШУ, В	U_{CC3}	2,4	2,8	от -60 до +125
4 Ток потребления, мА: - ячеек ввода-вывода - тракта - встроенного МШУ	I_{CC1}	-	3,5	+25 ± 10
		-	5,0	от -60 до +125
	I_{CC2}	-	45,0	+25 ± 10
		-	50,0	от -60 до +125
	I_{CC3}	-	21,0	+25 ± 10
		-	25,0	от -60 до +125
5 Диапазон рабочих частот (по уровню минус 3 дБ), МГц	Δf	1590-1610		от -60 до +125
6 Коэффициент усиления микросборки по мощности на центральной частоте, дБ	A_U	105	-	+25 ± 10
		105	-	от -60 до +85
		90	-	+125
7 Входная мощность (при 1 дБ компрессии) на центральной частоте*, дБВт	P_{in}	- 65	-	+25 ± 10
		- 70	-	от -60 до +85
		- 60	-	+125
8 Коэффициент шума на центральной частоте, дБ	F_n	-	4,0	+25 ± 10
		-	6,5	от -60 до +85
		-	7,5	+125
9 Коэффициент стоячей волны по напряжению	КСВН	-	2,2	+25 ± 10
*Значения параметра приведены без подключения встроенного МШУ				

Таблица 2 – Основные электрические параметры микросборки 2610ХД2У

Наименование параметра, единица измерения	Буквенное обозначение	Норма		Температура, °С
		не менее	не более	
1 Напряжение питания ячеек ввода-вывода, В	U_{CC1}	1,7	2,6	от -60 до +125
2 Напряжение питания тракта, В	U_{CC2}	2,85	3,15	от -60 до +125
3 Напряжение питания встроенного МШУ, В	U_{CC3}	2,4	2,8	от -60 до +125
4 Ток потребления, мА: - ячеек ввода-вывода - тракта - встроенного МШУ	I_{CC1}	-	3,5	$+25 \pm 10$
		-	5,0	от -60 до +125
	I_{CC2}	-	45,0	$+25 \pm 10$
		-	50,0	от -60 до +125
	I_{CC3}	-	21,0	$+25 \pm 10$
		-	25,0	от -60 до +125
5 Диапазон рабочих частот (по уровню минус 3 дБ), МГц	Δf	1238-1258		от - 60 до +125
6 Коэффициент усиления микросборки по мощности на центральной частоте, дБ	A_U	105	-	$+25 \pm 10$
		100	-	от -60 до +85
		90	-	+125
7 Входная мощность (при 1 дБ компрессии) на центральной частоте*, дБВт	P_{in}	-65	-	$+25 \pm 10$
		-70	-	от -60 до +85
		-60	-	+125
8 Коэффициент шума на центральной частоте, дБ	F_n	-	4,0	$+25 \pm 10$
		-	5,5	от -60 до +85
		-	6,5	+125
9 Коэффициент стоячей волны по напряжению	КСВН	-	2,2	$+25 \pm 10$
* Значения параметра приведены без подключения встроенного МШУ				

Таблица 3 – Основные электрические параметры микросборки 2610ХДЗУ

Наименование параметра, единица измерения	Буквенное обозначение	Норма		Температура, °С
		не менее	не более	
1 Напряжение питания ячеек ввода-вывода, В	U_{CC1}	1,7	2,6	от -60 до +125
2 Напряжение питания тракта, В	U_{CC2}	2,85	3,15	от -60 до +125
3 Напряжение питания встроенного МШУ, В	U_{CC3}	2,4	2,8	от -60 до +125
4 Ток потребления, мА: - ячеек ввода-вывода - тракта - встроенного МШУ	I_{CC1}	-	3,5	+25 ± 10
		-	5,0	от -60 до +125
	I_{CC2}	-	45,0	+25 ± 10
		-	50,0	от -60 до +125
	I_{CC3}	-	21,0	+25 ± 10
		-	25,0	от -60 до +125
5 Диапазон рабочих частот (по уровню минус 3 дБ), МГц	Δf	1192-1212		от -60 до +125
6 Коэффициент усиления микросборки по мощности на центральной частоте, дБ	A_U	105	-	+25 ± 10
		105	-	от -60 до +85
		90	-	+125
7 Входная мощность (при 1 дБ компрессии) на центральной частоте*, дБВт	P_{in}	-65	-	+25 ± 10
		-70	-	от -60 до +85
		-60	-	+125
8 Коэффициент шума на центральной частоте, дБ	F_n	-	3,0	+25 ± 10
		-	4,5	от -60 до +85
		-	5,5	+125
9 Коэффициент стоячей волны по напряжению	КСВН	-	2,2	+25 ± 10
*Значения параметра приведены без подключения встроенного МШУ				

Таблица 4 – Основные электрические параметры микросборки 2610ХД4У

Наименование параметра, единица измерения	Буквенное обозначение	Норма		Температура, °С
		не менее	не более	
1 Напряжение питания ячеек ввода-вывода, В	U_{CC1}	1,7	2,6	от -60 до +125
2 Напряжение питания тракта, В	U_{CC2}	2,85	3,15	от -60 до +125
3 Напряжение питания встроенного МШУ, В	U_{CC3}	2,4	2,8	от -60 до +125
4 Ток потребления, мА: - ячеек ввода-вывода - тракта - встроенного МШУ	I_{CC1}	-	3,5	$+25 \pm 10$
		-	5,0	от -60 до +125
	I_{CC2}	-	45,0	$+25 \pm 10$
		-	50,0	от -60 до +125
	I_{CC3}	-	21,0	$+25 \pm 10$
		-	25,0	от -60 до +125
5 Диапазон рабочих частот (по уровню минус 3 дБ), МГц	Δf	1567-1583		от -60 до +125
6 Коэффициент усиления микросборки по мощности на центральной частоте, дБ	A_U	105	-	$+25 \pm 10$
		105	-	от -60 до +85
		90	-	+125
7 Входная мощность (при 1 дБ компрессии) на центральной частоте*, дБВт	P_{in}	-65	-	$+25 \pm 10$
		-70	-	от -60 до +85
		-60	-	+125
8 Коэффициент шума на центральной частоте, дБ	F_n	-	4,0	$+25 \pm 10$
		-	6,5	от -60 до +85
		-	7,5	+125
9 Коэффициент стоячей волны по напряжению	КСВН	-	2,2	$+25 \pm 10$
* Значения параметра приведены без подключения встроенного МШУ				

Таблица 5 – Основные электрические параметры микросборки 2610ХД5У

Наименование параметра, единица измерения	Буквенное обозначение	Норма		Температура, °С
		не менее	не более	
1 Напряжение питания ячеек ввода-вывода, В	U_{CC1}	1,7	2,6	от -60 до +125
2 Напряжение питания тракта, В	U_{CC2}	2,85	3,15	от -60 до +125
3 Напряжение питания встроенного МШУ, В	U_{CC3}	2,4	2,8	от -60 до +125
4 Ток потребления, мА: - ячеек ввода-вывода - тракта - встроенного МШУ	I_{CC1}	-	3,5	+25 ± 10
		-	5,0	от -60 до +125
	I_{CC2}	-	45,0	+25 ± 10
		-	50,0	от -60 до +125
	I_{CC3}	-	21,0	+25 ± 10
		-	25,0	от -60 до +125
5 Диапазон рабочих частот (по уровню минус 3 дБ), МГц	Δf	1217-1237		от -60 до +125
6 Коэффициент усиления микросборки по мощности на центральной частоте, дБ	A_U	105	-	+25 ± 10
		105	-	от -60 до +85
		90	-	+125
7 Входная мощность (при 1 дБ компрессии) на центральной частоте*, дБВт	P_{in}	-65	-	+25 ± 10
		-70	-	от -60 до +85
		-60	-	+125
8 Коэффициент шума на центральной частоте, дБ	F_n	-	3,0	+25 ± 10
		-	4,5	от -60 до +85
		-	5,5	+125
9 Коэффициент стоячей волны по напряжению	КСВН	-	2,2	+25 ± 10
* Значения параметра приведены без подключения встроенного МШУ				

Таблица 6 – Электрические параметры общие для микросборок 2610ХД1У - 2610ХД5У

Наименование параметра, единица измерения	Буквенное обозначение	Норма		Температура, °С
		не менее	не более	
1 Диапазон автоматического регулирования уровня усиления*, дБ	AGC	52	-	+25 ± 10
		45	-	от -60 до +125
2 Уровень обратного излучения сигнала первого гетеродина на ВЧ-входе, мкВ	U _{LO}	-	10	от -60 до +125
3 Уровень фазовых шумов встроенного генератора, управляемого напряжением, дБс/Гц: - при отстройке 1 кГц - при отстройке 100 кГц - при отстройке 1 МГц	K _p	-	-75	+25 ± 10
		-	-75	от -60 до +85
		-	-65	+125
	K _p	-	-85	+25 ± 10
		-	-85	от -60 до +85
		-	-80	+125
	K _p	-	-105	+25 ± 10
		-	-103	от -60 до +85
		-	-100	+125
4 Диапазон входной тактовой частоты, МГц	f _t	10	50	от -60 до +125
5 Диапазон выходной тактовой частоты, МГц	f _{tвых}	10,0	48,5	
6 Коэффициент усиления встроенного МШУ, дБ	A _{У1}	17	-	+25 ± 10
		15	-	от -60 до +125
* Значения параметра приведены без подключения встроенного МШУ				

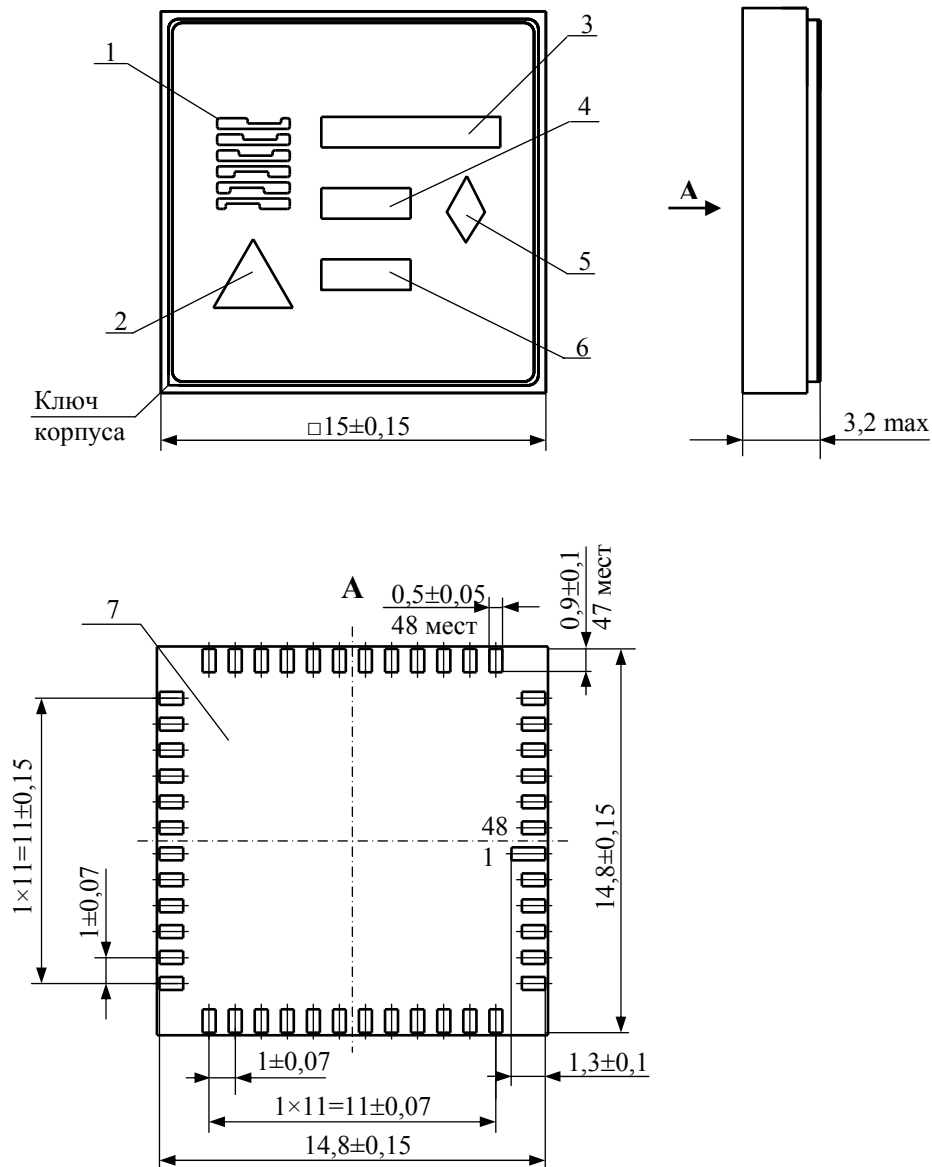
Номинальные, предельно допустимые и предельные значения напряжения питания микросборок ПУ приведены в таблице (Таблица 7).

Таблица 7 – Номинальные, предельно допустимые и предельные значения напряжения питания

Наименование параметра, единица измерения	Бук- венное обозна- чение	Номи- нальное значение	Предельно допустимое значение		Предельное значение	
			не менее	не более	не менее	не более
Напряжение питания ячеек ввода-вывода, В	U _{CC1}	2,5	1,7	2,6	1,6	2,8
Напряжение питания тракта, В	U _{CC2}	3,0	2,85	3,15	2,70	3,40
Напряжение питания встроенного МШУ, В	U _{CC3}	2,5	2,4	2,8	2,2	3,0
<i>Примечание – Длительная эксплуатация микросборок ПУ при предельно допустимых значениях не рекомендуется т.к. может снизить их надежность. Эксплуатация микросборок ПУ при предельных значениях может привести к необратимому повреждению микросборок ПУ</i>						

3 Габаритные размеры и назначение выводов микросборок ПУ

3.1 Конструктивно микросборки ПУ выполнены в корпусе типа 5145.48-1. Габаритные размеры микросборок ПУ и расположение выводов приведены на рисунке (Рисунок 1).



- 1 Товарный знак
- 2 Знак чувствительности к статическому электричеству
- 3 Обозначение микросборки ПУ
- 4 Дата изготовления: две первые цифры соответствуют последним цифрам календарного года, две вторые цифры соответствуют календарной неделе года
- 5 Знак ВП
- 6 Номер партии
- 7 Порядковый номер микросборки ПУ

Рисунок 1 – Габаритные размеры микросборок ПУ и расположение выводов

3.2 Условное графическое обозначение микросборок ПУ представлено на рисунке (Рисунок 2).

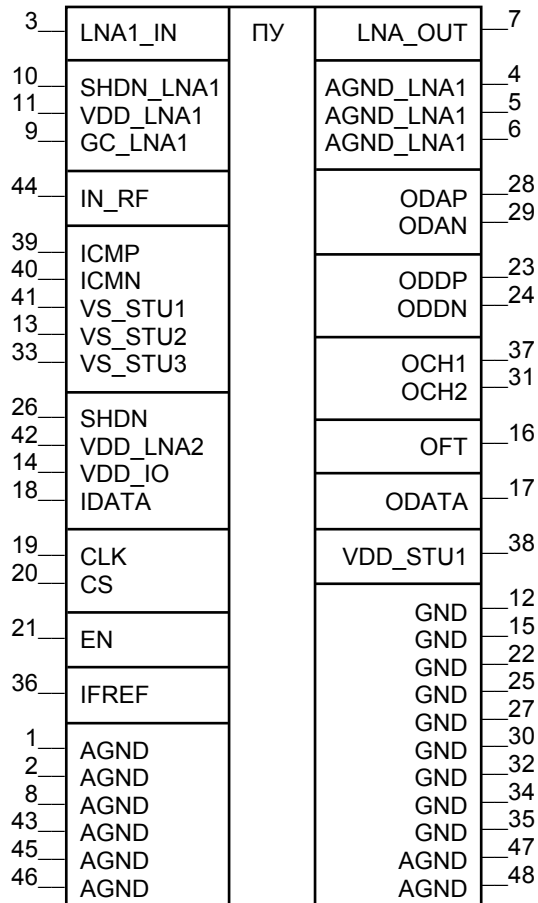


Рисунок 2 – Условное графическое обозначение микросборок ПУ

3.3 Функциональное назначение выводов микросборок ПУ приведено в таблице (Таблица 8).

Таблица 8 – Функциональное назначение выводов микросборок ПУ

Номер вывода	Наименование вывода	Назначение вывода
1	AGND	Общий (подключить к аналоговой «земле»)
2	AGND	Общий (подключить к аналоговой «земле»)
3	LNA1_IN	Высокочастотный вход встроенного МШУ
4	AGND_LNA1	Общий LNA1 (подключить к аналоговой «земле»)
5	AGND_LNA1	Общий LNA1 (подключить к аналоговой «земле»)
6	AGND_LNA1	Общий LNA1 (подключить к аналоговой «земле»)
7	LNA_OUT	Высокочастотный выход встроенного МШУ
8	AGND	Общий (подключить к аналоговой «земле»)
9	GC_LNA1	Вход управления коэффициентом усиления встроенного МШУ. Высокий уровень – максимальное усиление, низкий уровень – минимальное усиление
10	SHDN_LNA1	Вход управления встроенным МШУ. Высокий уровень – МШУ включен, низкий уровень – МШУ выключен
11	VDD_LNA1	Вход напряжения питания встроенного МШУ (подключить напряжение питания U_{CC3})
12	GND	Общий (подключить к «земле»)
13	VS_STU2	Вход напряжения питания стабилизатора STU2 (подключить напряжение питания U_{CC2})
14	VDD_IO	Вход напряжения питания ячеек ввода-вывода (подключить напряжение питания U_{CC1})
15	GND	Общий (подключить к «земле»)
16	OFT	Выход тактовой частоты
17	ODATA	Выход данных SPI
18	IDATA	Вход данных SPI
19	CLK	Вход тактовой частоты SPI
20	CS	Вход, выбор кристалла SPI
21	EN	Сигнал разрешения работы контроллера SPI (низкий уровень - SPI отключен, высокий уровень - разрешение работы SPI)
22	GND	Общий (подключить к «земле»)
23	ODDP	Выход АЦП (P). Уровни выходных сигналов КМОП (2,5 В)
24	ODDN	Выход АЦП (N). Уровни выходных сигналов КМОП (2,5 В)
25	GND	Общий (подключить к «земле»)
26	SHDN	Вход управления стабилизаторами STU1, STU2, STU3. Высокий уровень сигнала – стабилизаторы включены, низкий – стабилизаторы выключены
27	GND	Общий (подключить к «земле»)

Продолжение таблицы 8

Номер вывода	Наименование вывода	Назначение вывода
28	ODAP	Выход дифференциальный. Номинальное дифференциальное сопротивление нагрузки (250±50) Ом. Максимальный уровень входного дифференциального сигнала (210±40) мВ (p-p)
29	ODAN	Выход дифференциальный. Номинальное дифференциальное сопротивление нагрузки (250±50) Ом. Максимальный уровень входного дифференциального сигнала (210±40) мВ (p-p)
30	GND	Общий (подключить к «земле»)
31	OCH2	Выход ВА2 встроенной системы контроля
32	GND	Общий (подключить к «земле»)
33	VS_STU3	Напряжение питания стабилизатора STU3 (подключить напряжение питания U_{CC2})
34	GND	Общий (подключить к «земле»)
35	GND	Общий (подключить к «земле»)
36	IFREF	Вход формирователя опорной частоты FORM. Частота входного сигнала от 10 до 48 МГц. Уровни входного сигнала от 80 до 1000 мВ (p-p). Входное сопротивление не менее 10 кОм
37	OCH1	Выход ВА1 встроенной системы контроля
38	VDD_STU1	Выход стабилизатора STU1. Выходное напряжение 2,5 В. Максимальный выходной ток не менее 20 мА
39	ICMP	Вход дифференциальный компаратора контроля тока антенны CMP (P)
40	ICMN	Вход дифференциальный компаратора контроля тока антенны CMP (N)
41	VS_STU1	Вход напряжения питания стабилизатора STU1 (подключить напряжение питания U_{CC2})
42	VDD_LNA2	Напряжение питания LNA2 (подключить напряжение питания с вывода VDD_STU1 микросборки или U_{CC3})
43	AGND	Общий (подключить к аналоговой «земле»)
44	IN_RF	Вход высокочастотный
45	AGND	Общий (подключить к аналоговой «земле»)
46	AGND	Общий (подключить к аналоговой «земле»)
47	AGND	Общий (подключить к аналоговой «земле»)
48	AGND	Общий (подключить к аналоговой «земле»)

4 Принцип работы микросборок ПУ

4.1 Структурная схема микросборок ПУ приведена на рисунке (Рисунок 3).

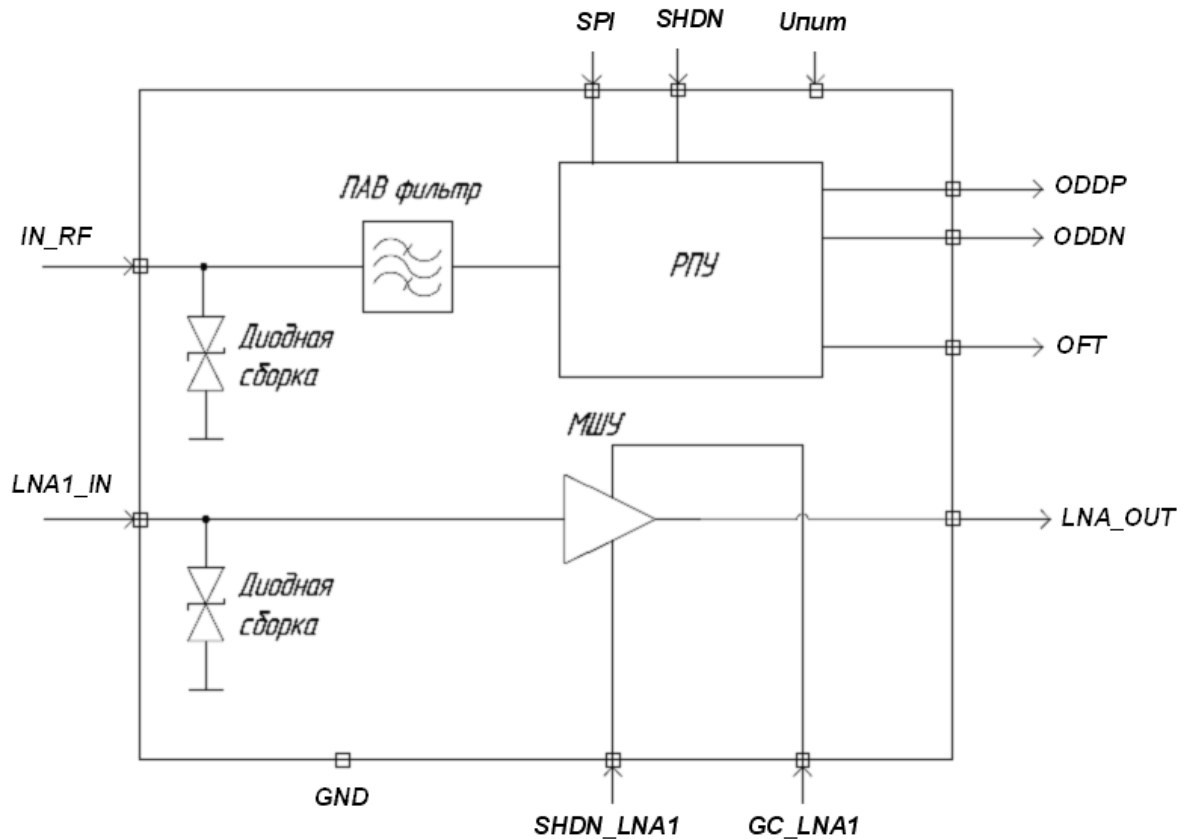


Рисунок 3 – Структурная схема микросборок ПУ

4.2 Микросборки ПУ состоят из:

- малошумящего усилителя;
- полосового фильтра на поверхностно-акустических волнах (ПАВ-фильтр);
- микросхемы приемо-усилительной (далее РПУ), использующей архитектуру с двойным преобразованием частоты;
- защитных диодных сборок.

Входной навигационный сигнал усиливается МШУ. С выхода МШУ сигнал подается на вход IN_RF, затем сигнал через ПАВ-фильтр поступает на РПУ, где осуществляется дальнейшее усиление и двойное преобразование по частоте входного навигационного сигнала.

4.3 Схема электрическая структурная РПУ приведена на рисунке (Рисунок 4). Перечень блоков схемы электрической структурной приведен в таблице (Таблица 9).

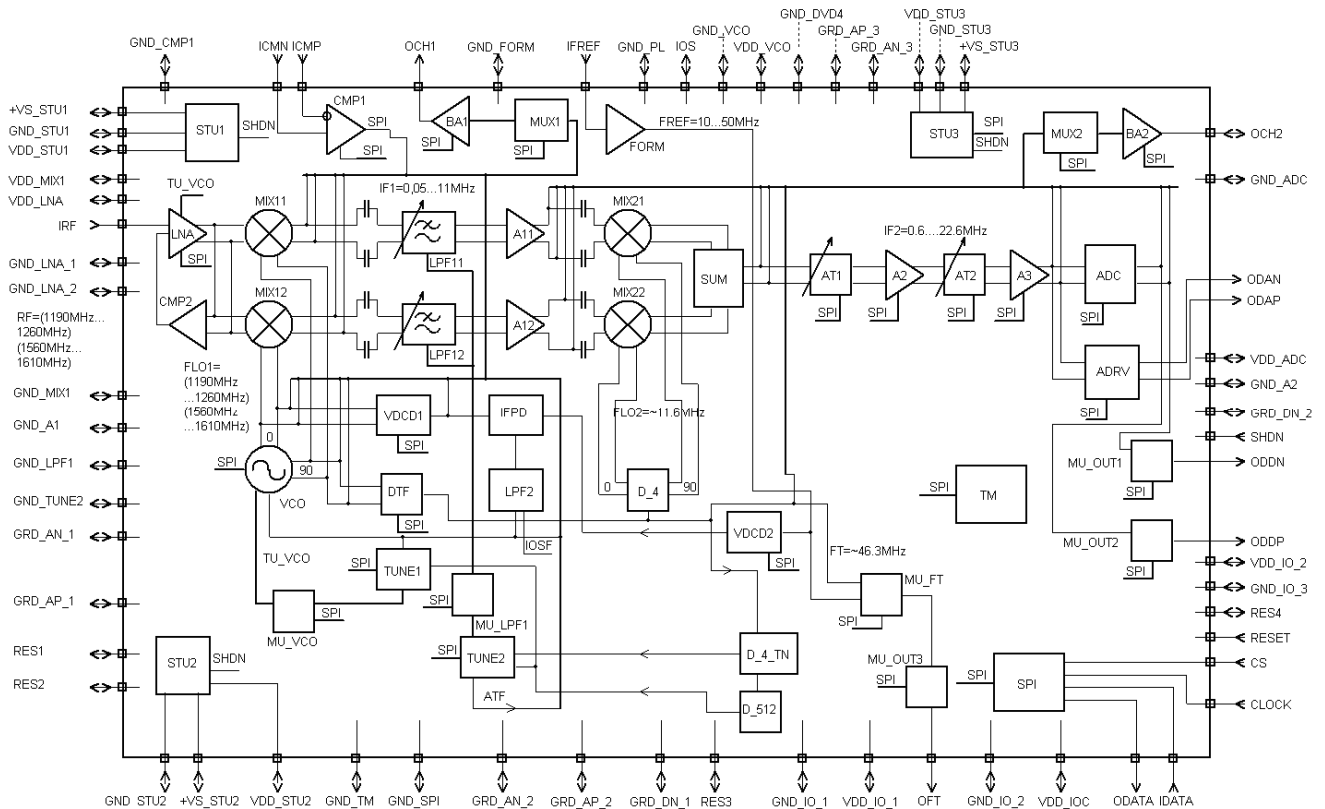


Рисунок 4 – Схема электрическая структурная РПУ

Таблица 9 - Перечень блоков схемы электрической структурной РПУ

Обозначение блока	Наименование блока
A2, A3	Усилитель ПЧ2
A11, A12	Усилитель ПЧ1
ADC	Аналого-цифровой преобразователь 2 бита
ADRV	Аналоговый драйвер
AT1, AT2	Управляемый аттенуатор
BA1, BA2	Буферный усилитель системы встроенного контроля
CMP1	Компаратор контроля тока антенны
CMP2	Компаратор уровня входного сигнала
D 4	Делитель тактовой частоты (~47 МГц) на 4
D 4 TN	Делитель тактовой частоты (~47 МГц) на 4 для блока TUNE2
D 512	Делитель частоты ~12 МГц на 512
DFT	Делитель частоты VCO на 26 и на 34
FORM	Усилитель-ограничитель опорной частоты
IFPD	Импульсный частотно-фазовый детектор
LNA	Малозумящий усилитель
LPF11, LPF12	Фильтр низких частот
LPF2	Фильтр низких частот для ФАПЧ
MIX11, MIX12	Смеситель сверхвысоких частот
MIX21, MIX22	Смеситель низких частот
MU_FT	Мультиплексор тактовой частоты
MU_OUT1, MU_OUT2, MU_OUT3	Мультиплексор цифровых выходов

Продолжение таблицы 9

Обозначение блока	Наименование блока
MU_VCO, MU_LPF1	Мультиплексор шин частотной подстройки
MUX1, MUX2	Мультиплексор системы встроенного контроля
SPI	Контроллер для интерфейса с цифровой частью
STU1, STU2, STU3	Стабилизатор напряжения
SUM	Сумматор
TM	Цифровой термометр
TUNE1	Схема автоподстройки частотного диапазона для VCO
TUNE2	Схема автоподстройки для фильтров низких частот
VCO	Генератор СВЧ, управляемый напряжением
VDCD1	Делитель СВЧ с переменными коэффициентами деления
VDCD2	Делитель ВЧ с переменными коэффициентами деления

В приемном тракте РПУ реализовано двойное преобразование частоты. Входной сигнал диапазонов L1, L2, L3 ГЛОНАСС; L1, L2 GPS усиливается МШУ (LNA). Компаратор уровня входного сигнала (CMP2) предназначен для предотвращения перегрузки тракта импульсной помехой большого уровня. Квадратурный смеситель СВЧ (MIX11, MIX12) позволяет подавлять зеркальный канал.

Синтезатор частот на основе ФАПЧ с ДПКД с интегрированным петлевым фильтром, предназначен для формирования опорных квадратурных сигналов первого и второго гетеродинов.

Первое преобразование частоты с использованием квадратурных сигналов гетеродинов - это преобразование частоты в «ноль» - середина диапазона рабочих частот преобразуется в частоту близкую к «нулю», далее сигнал проходит встроенный фильтр низких частот (LPF11, LPF12), полоса фильтра в 2 раза меньше полосы принимаемого сигнала от 0,05 до 11,00 МГц. С помощью усилителя А11 проводится предварительное усиление сигнала.

Второе преобразование (MIX21, MIX22) – это так называемое преобразование частоты «вверх», при этом середина диапазона ПЧ2 становится равной 11 - 12 МГц. На сумматоре (SUM) происходит восстановление сигнала с подавлением зеркального канала. Далее сигнал проходит цепочку аттенуаторов и усилителей, которые обеспечивают необходимый уровень сигнала. На выходе тракта установлен трехуровневый квантователь, на выходе которого формируется двухбитный код (выводы ODAР и ODAN) для дальнейшей цифровой обработки.

В РПУ установлен аналоговый драйвер для дальнейшей обработки сигнала многообразным АЦП и последующей цифровой обработки.

В РПУ предусмотрены системы автоподстройки ГУН (VCO) на необходимый диапазон частот перестройки, частоты среза встроенного фильтра НЧ (LPF11, LPF12), цифровой термометр (TM), три стабилизатора напряжения (STU1, STU2, STU3), встроенная система контроля промежуточных и конечных цепей тракта. В составе РПУ имеется компаратор контроля тока антенны (CMP1) для контроля тока внешней антенны. Для дальнейшей цифровой обработки предусмотрен выход тактовой частоты (вывод OFT).

5 Описание контроллера интерфейса SPI

5.1 Параметры интерфейса SPI приведены в таблице (Таблица 10).

Таблица 10 - Параметры интерфейса SPI

Наименование параметра, единица измерения	Буквенное обозначение	Норма	
		не менее	не более
Тактовая частота, кГц	Ft	-	200
Входное напряжение высокого уровня, В	U _{IH}	0,6×U _{CC1}	U _{CC1} +0,2
Входное напряжение низкого уровня, В	U _{IL}	0	0,3×U _{CC1}
Выходное напряжение высокого уровня, В	U _{OH}	U _{CC1} -0,8	U _{CC1}
Выходное напряжение низкого уровня, В	U _{OL}	0	0,5

Примечание – Номинальное значение напряжения U_{CC1} приведено в таблице (Таблица 7)

5.2 Сигналы интерфейса SPI:

- IDATA – входные данные;
- ODATA – выходные данные;
- CLK – тактовая частота синхронизации приема/передачи данных. Активный фронт приема – переход из низкого уровня в высокий, активный фронт приема приходится на середину бита принимаемых данных. Активный фронт выдачи – переход из высокого уровня в низкий, активный фронт выдачи приходится на конец бита передаваемых данных;
- CS – выбор кристалла (активный уровень низкий, переход в высокий уровень служит сигналом о завершении обмена данными);
- EN – разрешение работы контроллера SPI (низкий уровень - SPI отключен, высокий уровень - разрешение работы SPI).

Временная диаграмма работы контроллера SPI приведена на рисунке (Рисунок 5).

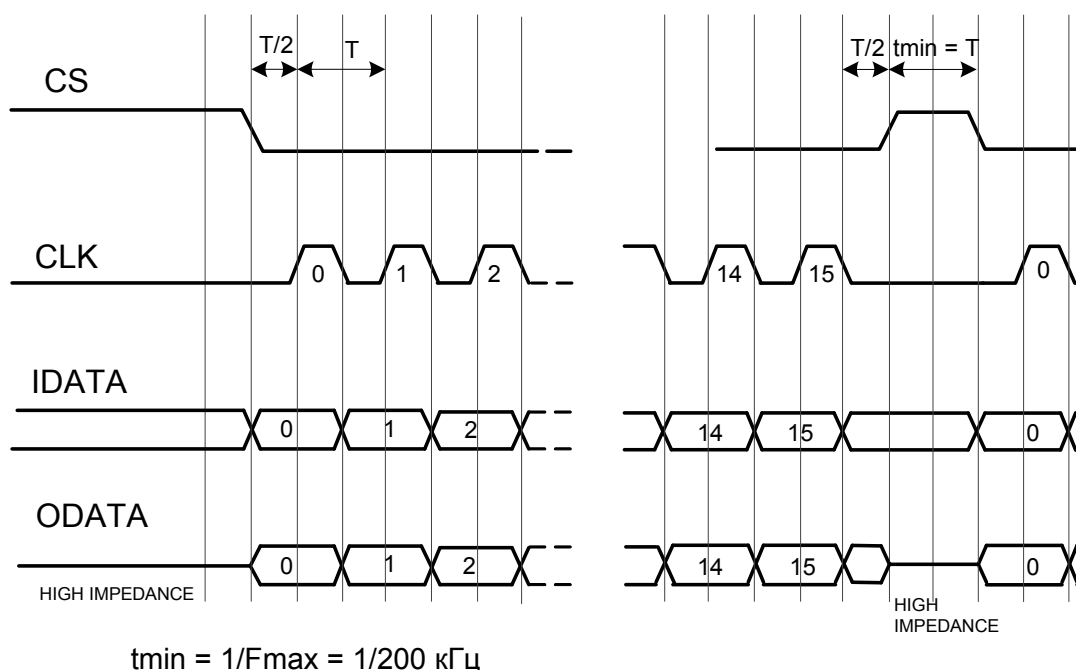


Рисунок 5 – Временная диаграмма работы контроллера SPI

5.3 Состав контроллера SPI

В состав контроллера SPI входят:

- входной 16-разрядный регистр с последовательной загрузкой и параллельной выдачей данных, с синхронизацией по активному фронту приема сигнала CLK;
- выходной 16-разрядный регистр с параллельной загрузкой по началу сигнала CS и последовательной выдачей данных, с синхронизацией по активному фронту выдачи сигнала CLK;
- промежуточные 12-разрядные регистры управления с параллельной загрузкой по окончании сигнала CS (8 штук);
- дешифраторы для управления устройствами, входящими в состав РПУ.

5.4 Алгоритм работы контроллера SPI

Алгоритм работы контроллера SPI приведен на временной диаграмме (см. Рисунок 5). Номера битов на диаграмме соответствуют порядку их передачи по времени.

Длина слова, принимаемая по входу IDATA и передаваемая по выходу ODATA, равна 16 битам.

Цикл передачи данных начинается с младших разрядов слова (в том числе и входного). Адреса регистров управления передаются 12, 13, 14 битами (по времени передачи) входного слова. Выдачей данных с выхода ODATA (запрос) управляет 15 бит (последний по времени передачи) входного слова. Если 15 бит равен логической единице в текущем цикле передачи, то в следующем цикле сигнал с выхода ODATA выдается, если равен логическому нулю, то не выдается.

Описание сигналов управления, задаваемых с помощью контроллера SPI, приведено в таблице (Таблица 11). Начальное состояние всех регистров управления устанавливается при подаче напряжения питания.

Адреса регистров управления приведены в таблице (Таблица 12).

Описание данных выходного регистра приведено в таблице (Таблица 13).

Таблица 11 – Описание сигналов управления контроллера

№ параметра	№ регистра управления	№ разряда регистра управления	Наименование	Начальное состояние	Примечание
1	Задание коэффициентов деления VDCD1				$K=(9 \times N + 8 \times M)$, где $N=3 \dots 31$, $M=3 \dots 31$
	0	0	1S8_A0	0	N=3...31
	0	1	1S8_A1	1	
	0	2	1S8_A2	1	
	0	3	1S8_A3	1	
	0	4	1S8_A4	0	
	0	5	1S9_A0	0	M=3...31
	0	6	1S9_A1	0	
	0	7	1S9_A2	0	
	0	8	1S9_A3	1	
	0	9	1S9_A4	1	
	0	10	RES1	0	Резерв
	0	11	RES2	0	
2	Задание коэффициентов деления VDCD2				
	1	0	2S_A0	0	K=2 - 10
	1	1	2S_A1	0	
	1	2	2S_A2	1	
	1	3	2S_A3	0	
	1	4	RES3	0	
	1	5	RES4	0	Резерв
3	Выбор диапазона рабочих частот				
	1	6	WFD_S	0	0 – L1, 1 - L2, L3
	1	7	RES5	0	Резерв
	1	8	RES6	0	
	1	9	RES7	0	
	1	10	RES8	0	
	1	11	RES9	0	
4	Управление загуханием аттенюатора AT1, AT2				
	2	0	AT1_A0	0	00000 – Kp max 11111 – Kp min
	2	1	AT1_A1	0	
	2	2	AT1_A2	0	
	2	3	AT1_A3	0	
	2	4	AT1_A4	0	
	2	5	AT2_A0	1	
	2	6	AT2_A1	1	
	2	7	AT2_A2	1	
	2	8	AT2_A3	1	
	2	9	AT2_A4	1	
	2	10	RES10	0	Резерв
	2	11	RES11	0	

Продолжение таблицы 11

№ параметра	№ регистра управления	№ разряда регистра управления	Наименование	Начальное состояние	Примечание
5	Управление током SDRV выходов ADC				
	3	0	DAC_A0	1	00 – I min
	3	1	DAC_A1	0	11 – I max
6	Управление током SDRV тактовой частоты				
	3	2	DFC_A0	1	00 – I min
	3	3	DFC_A1	0	11 – I max
7	Управление затуханием AT2 MIX12(22)				
	3	4	BC1_A0	1	00 – I min
	3	5	BC1_A1	0	11 – I max
8	Управление током A2, A3, ADC				
	3	6	BC2_A0	1	00 – I min
	3	7	BC2_A	0	11 – I max
9	Управление током LNA				
	3	8	BCLNA_A0	1	00 – I min
	3	9	BCLNA_A1	0	11 – I max
10	Управление питанием CMP2				
	3	10	CMP2_ON	1	0 - OFF, 1 - ON
	3	11	RES12	0	Резерв
11	Управление питанием тракта усиления и преобразования (LNA, MIX11(12), LPF11(12), A11(12))				
	4	0	MTRF_ON	1	0 - OFF, 1 - ON
12	Управление питанием тракта усиления и преобразования (A2, A3, ADC)				
	4	1	MTIF_ON	1	0 - OFF, 1 - ON
13	Управление питанием блоков, формирующих тактовую частоту				
	4	2	TTF_ON	1	0 - OFF, 1 - ON
14	Управление питанием ADC				
	4	3	ADC_ON	1	0 - OFF, 1 - ON
15	Управление питанием ADRV				
	4	4	ADRV_ON	0	0 - OFF, 1 - ON
16	Управление питанием CMP1				
	4	5	CMP1_ON	0	0 - OFF, 1 - ON
17	Управление питанием ТМ				
	4	6	TM_ON	0	0 - OFF, 1 - ON
18	Управление питанием блока контроля опорного тока				
	4	7	CHRC_ON	0	0 - OFF, 1 - ON
19	Сигнал переключения мультиплексора выходного регистра				
	4	8	OR_S	1	0 - выход CHRC 1 - выход ТМ
20	Сигнал выбора источника тактовой частоты				
	4	9	FT_S	1	0 – O47M, 1 - OFREF После старта необходимо установить в 0

Продолжение таблицы 11

№ параметра	№ регистра управления	№ разряда регистра управления	Наименование	Начальное состояние	Примечание
21	Управление питанием формирователя тактовой частоты				
	4	10	RES13		0 - OFF, 1 - ON
	4	11	RES14		Резерв
22	Ручная подстройка частотного диапазона VCO				
	5	0	COM_A0	0	000 – Ct_min 111 – Ct_max
	5	1	COM_A1	0	
	5	2	COM_A2	1	
23	Выбор источника управления VCO				
	5	3	VCOC_S	0	0 – TUNE1, 1 – SPI
24	Ручная подстройка частотного диапазона LPF11(12)				
	5	4	CFM_A0	0	0000 – Ct_min 1111 – Ct_max
	5	5	CFM_A1	1	
	5	6	CFM_A2	0	
	5	7	CFM_A3	1	
25	Выбор источника управления LPF11(12)				
	5	8	LPF1C_S	0	0 – TUNE2, 1 – SPI
26	Выбор фильтра ФАПЧ				
	5	9	LPF2P_S	1	0 – внешний фильтр, 1 – LPF2
	5	10	RES15	0	Резерв
	5	11	RES16	0	
27	Выбор выходного сигнала мультиплексором MUX1, MUX2				
	6	0	MUX_A0	1	0000 – OI VCO, 0001 – OQ VCO, 0010 – O MIX11, 0011 – O MIX12, 0100 – O A11, 0101 – O A12, 0110 – O SUM, 0111 – O A3, 1000 – OP ADC, 1001 – ON ADC, 1010 – O DTF, 1011 – O VDCD1, 1100 – O CMP1, 1101 – O TUNE2, 1110 – O LPF2, 1111 – не используется
	6	1	MUX_A1	1	
	6	2	MUX_A2	1	
	6	3	MUX_A3	1	
28	Управление питанием аналогового драйвера блока ВА1				
	6	4	BA1A_ON	0	0 – OFF, 1 – ON
29	Управление питанием драйвера КМОП блока ВА1				
	6	5	BA1D_ON	0	0 – OFF, 1 – ON
30	Управление питанием ключа для постоянных напряжений блока ВА1				
	6	6	BA1C_ON	0	0 – OFF, 1 – ON

Продолжение таблицы 11

№ параметра	№ регистра управления	№ разряда входного слова и регистра управления	Наименование	Начальное состояние	Примечание
31	Управление питанием аналогового драйвера блока BA2				
	6	7	BA2A_ON	0	0 – OFF, 1 – ON
32	Управление питанием драйвера КМОП блока BA2				
	6	8	BA2D_ON		0 – OFF, 1 – ON
33	Управление питанием ключа для постоянных напряжений блока BA2				
	6	9	BA2C_ON	0	0 – OFF, 1 – ON
	6	10	RES17	0	Резерв
	6	11	RES18	0	Резерв
34	Тестовые сигналы драйверов ADC				
	7	0	TS_ODP	0	0 или 1
	7	1	TS_ODN	0	
35	Включение тестового режима драйверов ADC				
	7	2	TRAD_ON	0	0 – OFF, 1 – ON
36	Тестовые сигналы драйвера тактовой частоты				
	7	3	TS_OFT	0	0 или 1
37	Включение тестового режима драйвера тактовой частоты				
	7	4	TRFT_ON	0	0 – OFF, 1 – ON
	7	5	RES19	0	Резерв
	7	6	RES20	0	
	7	7	RES21	0	
	7	8	RES22	0	
	7	9	RES23	0	
	7	10	RES24	0	
	7	11	RES25	0	

Таблица 12 - Адреса регистров управления

№ регистра управления	Адрес (разряды 14, 13, 12 входного слова)
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

Таблица 13 – Описание данных выходного регистра

Данные выходного регистра	№ разряда выходного регистра	Наименование	
1 Код автоподстройки частоты VCO (000 – Ct_min, 111 – Ct_max)	0	CO_A0	
	1	CO_A1	
	2	CO_A2	
2 Код автоподстройки фильтров LPF11(12) (0000 – Ct_min, 1111 – Ct_max)	3	CFA_A0	
	4	CFA_A1	
	5	CFA_A2	
3 Сигнал наличия синхронизации первого синтезатора частоты (0 – синхронизация есть, 1 – синхронизации нет)	6	CFA_A3	
	7	SYNC_O	
	8	SYNC_F	
4 Сигнал наличия синхронизации схемы частотной подстройки фильтра (0 – синхронизация есть, 1 – синхронизации нет)	9	CMP1_OUT	
5 Выход компаратора CMP1 (0 – ток ≤ 50 мА, 1 – ток > 50 мА)	10	CMP2_OUT	TM_A0
6 Выход компаратора CMP2 (0 – Prfin ≤ минус 47 дБВт, 1 – Prfin > минус 47 дБВт); код блока контроля опорного тока CHRC (00 – минимальный ток, 11 – максимальный ток); резервные биты (13, 14, 15 биты) <i>или</i> код с выхода цифрового термометра (TM) (000000 – Tmin, 111111 – Tmax), (T = (190/63 * выходной код термометра в десятичной форме - 60) °C)	11	CHRC_A0	TM_A1
	12	CHRC_A1	TM_A2
	13	RES1	TM_A3
	14	RES2	TM_A4
	15	RES3	TM_A5

6 Указания по применению и монтажу

6.1 При эксплуатации микросборок ПУ должны быть приняты меры, исключающие возможность накопления электростатических зарядов на выводах микросборок ПУ в соответствии с ОСТ 11 073.062-2001. Микросборки устойчивы к воздействию статического электричества с потенциалом не более 1500 В.

6.2 Устанавливать и извлекать микросборки ПУ из контактирующих устройств, а также производить их замену необходимо только после снятия напряжения со всех выводов контактирующего устройства.

Порядок подачи и снятия напряжений питания и входных сигналов на микросборки ПУ должен быть следующим:

- при включении – подключается общий (GND), подаются напряжения питания (U_{CC1} , U_{CC2} , U_{CC3}), а затем входные сигналы или подключаются одновременно;
- выключение производится в обратной последовательности.

6.3 Хранение микросборок ПУ

Микросборки ПУ упакованы в блистерную ленту, намотанную на катушку, и поставляются в герметичных антистатических пакетах для предотвращения попадания влаги и защиты от электростатического заряда. Для предотвращения механических повреждений герметичные антистатические пакеты упаковываются в картонные коробки.

Срок хранения микросборок ПУ в герметизированной упаковке предприятия-изготовителя (поставщика) составляет 12 месяцев при температуре не более плюс 40 °С и относительной влажности не более 90 %.

ВНИМАНИЕ: Транспортировка микросборок ПУ без необходимой защиты от электростатического разряда может привести к необратимым повреждениям, так как микросборки ПУ содержат высокочувствительную электрическую схему.

Герметичная упаковка содержит карточку-индикатор влажности (см. Рисунок 6) и пакет с влагопоглотителем.

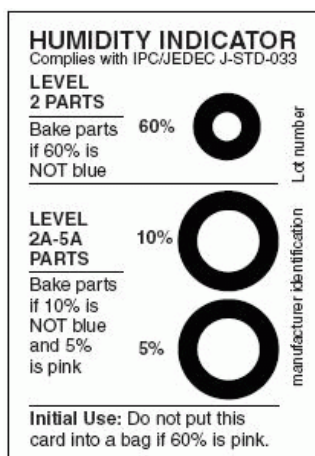


Рисунок 6 – Карточка-индикатор влажности

Избыточная влажность, о которой сигнализирует индикатор влажности, может являться следствием неправильного обращения, приведшего к проколам или разрывам защитного пакета, а также хранением в неподходящих условиях.

Расшифровка показаний карточки-индикатора влажности по стандарту IPC/JEDEC J-STD-033B.1 приведена в таблице (Таблица 14).

Таблица 14 – Расшифровка показаний карточки-индикатора влажности

Кру- жок	Цвет кружков при относительной влажности воздуха					
	2 %	5 %	10 %	55 %	60 %	65 %
5%	Голубой (сухо)	Меняется на сиреневый при влажности ≥ 7 %	Розовый (влажно)	Розовый (влажно)	Розовый (влажно)	Розовый (влажно)
10%	Голубой (сухо)	Голубой (сухо)	Меняется на сиреневый при влажности ≥ 10 %	Розовый (влажно)	Розовый (влажно)	Розовый (влажно)
60%	Голубой (сухо)	Голубой (сухо)	Голубой (сухо)	Голубой (сухо)	Меняется на сиреневый при влажности ≥ 10 %	Розовый (влажно)

Возможны следующие варианты индикации:

- все три кружка показывают «сухо» - микросборки ПУ сухие в достаточной степени;
- кружок 5 % показывает «влажно», 10 % не показывает «сухо», а 60 % показывает «сухо» - микросборки ПУ накопили избыточное количество влаги и требуют сушки;
- если все три кружка показывают «влажно» - микросборки ПУ накопили избыточное количество влаги и требуют сушки.

ВНИМАНИЕ: Сушка микросборок ПУ в блистерной ленте не допускается.

6.4 Рекомендации по SMT-монтажу микросборок ПУ

Упаковка микросборок ПУ обеспечивает возможность их установки на автоматизированной сборочной линии поверхностного монтажа.

После вскрытия упаковки микросборки ПУ должны быть поставлены на сборку в течение 72 часов или храниться при 10 % относительной влажности в шкафах сухого хранения.

Если микросборка ПУ не была установлена в течение 72 часов или карточка-индикатор влажности показывает, что микросборка ПУ подвергалась воздействию влаги, то перед пайкой оплавлением ее необходимо просушить.

Рекомендуемая длительность сушки приведена в таблице (Таблица 15).

Таблица 15 – Рекомендуемая длительность сушки

Наименование параметра	Температура сушки 125 °С		Температура сушки 90 °С и влажность ≤5 %		Температура сушки 40 °С и влажность ≤5 %	
	>72	≤72	>72	≤72	>72	≤72
Время, прошедшее после вскрытия упаковки, ч	>72	≤72	>72	≤72	>72	≤72
Длительность сушки, ч	21	16	72	48	696	528

Если после вскрытия герметичной упаковки микросборки ПУ по какой-либо причине не установлены на плату пользователя в течение 72 часов и предполагается длительное хранение, то микросборки ПУ необходимо просушить и поместить во влагозащитную упаковку вместе с влагопоглотителем и индикатором влажности, заварить с помощью установки вакуумной герметизации. Сушить перед упаковыванием при температуре 125 °С в течение 23 часов, при температуре 150 °С в течение 11 часов.

Примечание - Повторная сушка снижает эффективность смачивания контактных площадок.

6.5 Режимы и условия монтажа микросборок ПУ в РЭА должны соответствовать требованиям ОСТ 11 073.063-84.

6.6 Рекомендуемый температурный профиль пайки оплавлением на плату потребителя с использованием свинцовой паяльной пасты приведен на рисунке (Рисунок 7).



Пиковая температура пайки $T_{\text{пик}} = 216$ °С. Время выдержки при $T_{\text{пик}}$ не более 10 с.
Точка плавления свинцового припоя $T_{\text{плавления}} = 180$ °С. Время нахождения выше точки плавления свинцового припоя составляет от 30 до 80 с.

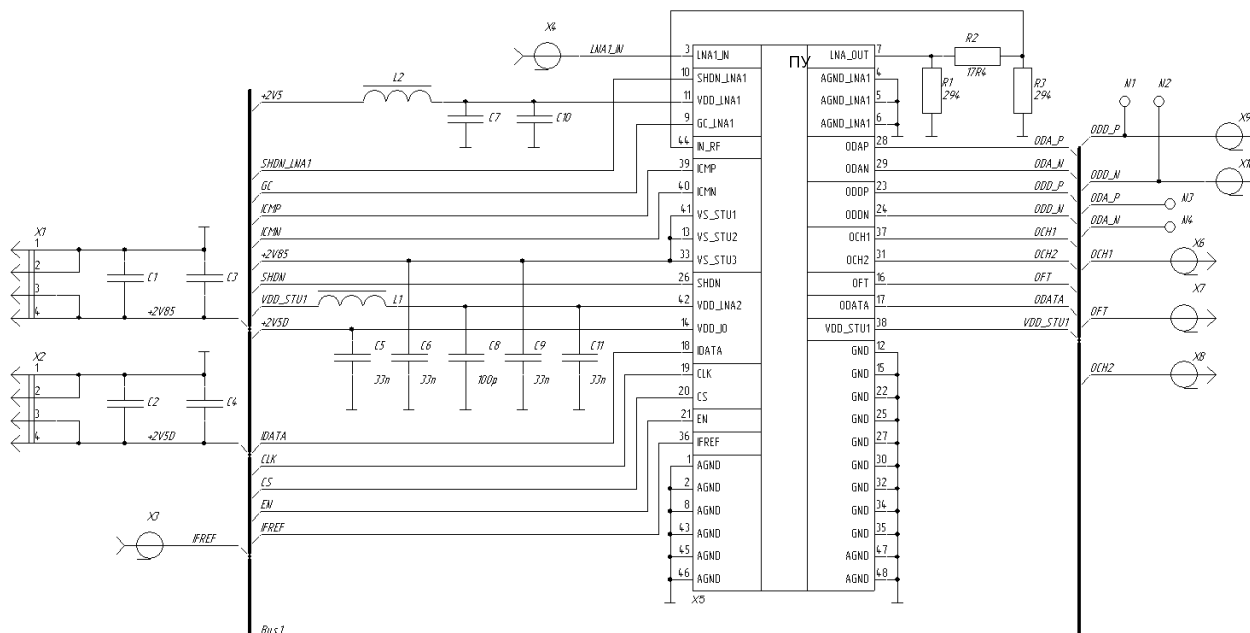
Рисунок 7 – Температурный профиль пайки оплавлением

6.7 Режимы и условия монтажа микросборок ПУ в РЭА должны соответствовать требованиям ОСТ 11 073.063-84.

6.8 Для защиты микросборок ПУ от влаги рекомендуется применять лак УР-231 ТУ6-21-14-90 или ЭП-730 ГОСТ 20824-81 в три слоя.

7 Типовая схема включения микросборок ПУ

7.1 Типовая схема включения микросборок ПУ приведена на рисунке (Рисунок 8).



$C1, C2, C7$ - 0603YC105KATxA (0603_1uF_16V_10%_X7R_Ni&Sn) AVX;

$C3, C4, C10$ - 04023C104KATxA (0402_100nF_25V_10%_X7R_Ni&Sn) AVX;

$L1, L2$ - BLM15AG102SN1x Murata.

Напряжение на выводах $VS_STU1, VS_STU2, VS_STU3$ микросборки ПУ должно соответствовать номинальному значению напряжения U_{CC2} .

Напряжение на выводе VDD_LNA1 микросборки ПУ должно соответствовать номинальному значению напряжения U_{CC3} .

Напряжение на выводе VDD_IO микросборки ПУ должно соответствовать номинальному значению U_{CC1} .

Рисунок 8 - Типовая схема включения микросборок ПУ

7.2 Пример подключения микросборок ПУ для контроля тока антенны приведен на рисунке (Рисунок 9).

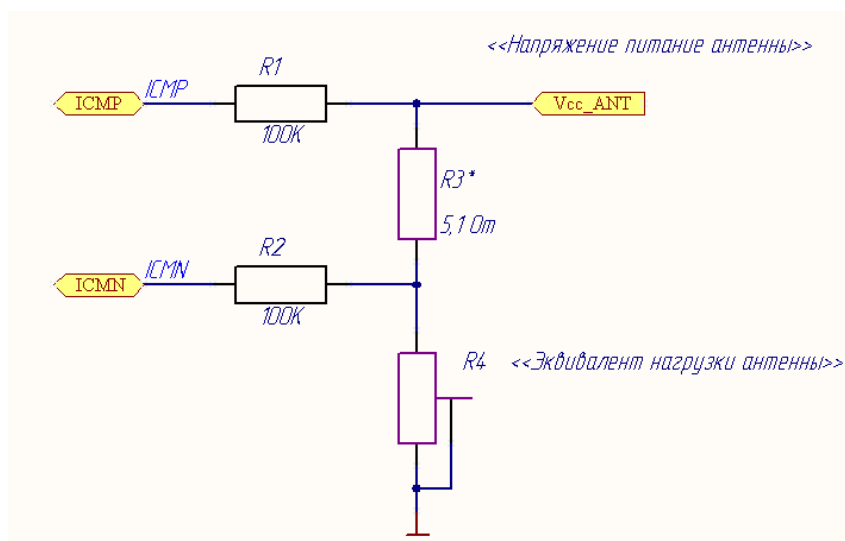


Рисунок 9 – Схема подключения микросборок ПУ для контроля тока антенны

8 Применение в режимах и условиях, не предусмотренных в ТУ на микросборки ПУ

Если в процессе разработки РЭА к микросборкам ПУ предъявляются требования применения в режимах и условиях, отличных от установленных в ТУ на микросборки ПУ, потребитель проводит испытания и тщательное исследование работы микросборок ПУ в таких режимах и условиях.

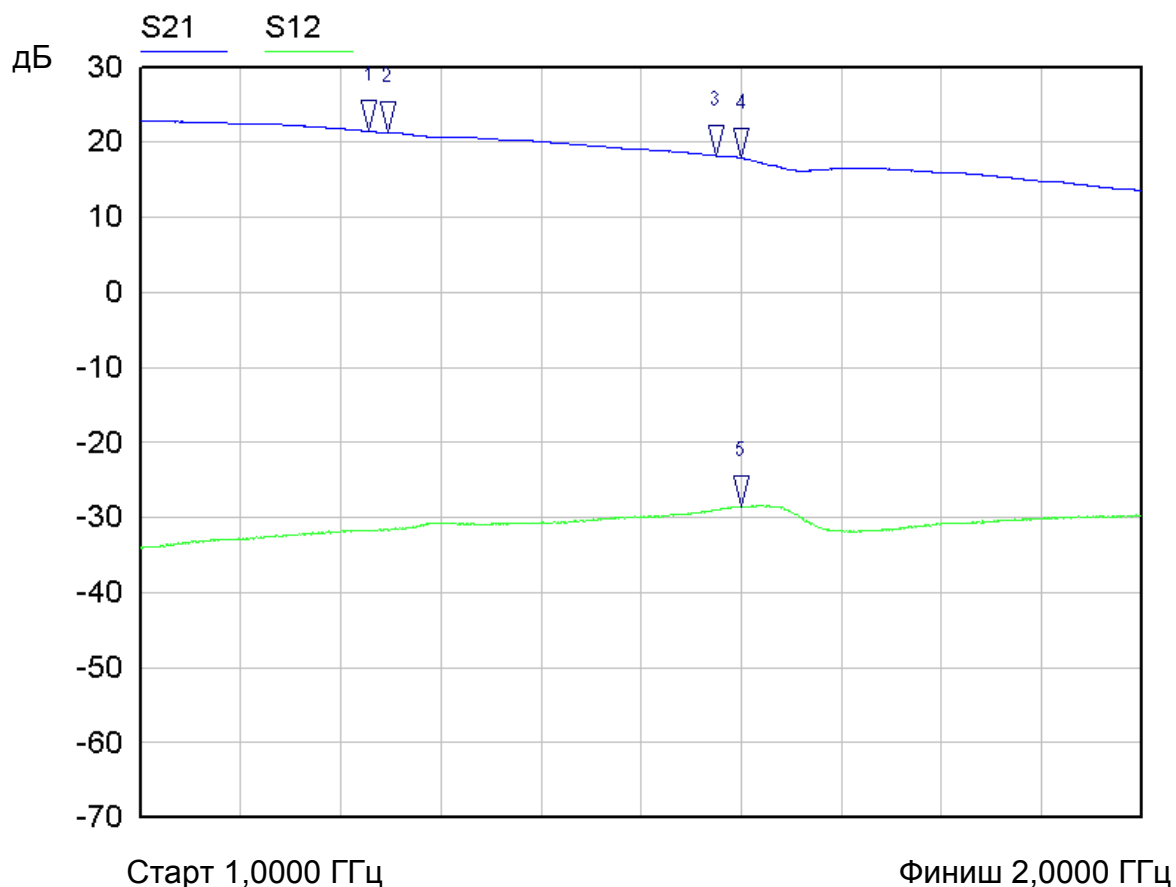
При положительных результатах испытаний применение микросборок ПУ в этих режимах и условиях согласовывается с производителем.

9 Требования по безопасности

При применении микросборок ПУ необходимо соблюдать требования безопасности, установленные «Правилами техники безопасности и производственной санитарии в электронной промышленности», изд. «Энергия», Москва, 1973, раздел «К», ГОСТ 12.2.007.0-75, а также требования безопасности, установленные при работе с устройствами вычислительной техники и другой радиоэлектронной аппаратуры.

Приложение А (справочное) S-параметры микросборок ПУ

А.1 Графики S-параметров для встроенного МШУ микросборок ПУ приведены на рисунке А.1.



Маркер	Обозначение	Частота, ГГц	Значение, дБ
1 ▽	S21	1,2269	21,51
2 ▽	S21	1,2481	21,26
3 ▽	S21	1,5750	18,23
4 ▽	S21	1,6000	17,80
5 ▽	S12	1,6000	-28,53

Рисунок А.1 - S-параметры для встроенного МШУ микросборок ПУ

Перечень сокращений

GPS	– глобальная навигационная спутниковая система США;
p-p	– peak-to-peak - двойная амплитуда сигнала;
SMT	– Surface Mount Technology - поверхностный монтаж;
S-параметры	– Scattering – рассеяние, элементы матрицы рассеяния многополюсника, описывающего радиотехническое устройство;
АЦП (ADC)	– аналого-цифровой преобразователь;
ВЧ	– высокая частота;
ГЛОНАСС	– глобальная навигационная спутниковая система России;
ГУН	– генератор, управляемый напряжением;
ДПКД	– делитель частоты с переменным коэффициентом деления;
КМОП	– комплементарная структура металл-оксид-полупроводник;
МШУ	– малошумящий усилитель;
НЧ	– низкая частота;
ПАВ	– поверхностные акустические волны;
ПЧ	– промежуточная частота;
РПУ	– радиоприемное устройство;
РЭА	– радиоэлектронная аппаратура;
СВЧ	– сверхвысокая частота;
ТУ	– технические условия;
ФАПЧ	– фазовая автоподстройка частоты;
ФНЧ	– фильтр низкой частоты.

Лист регистрации изменений

(не поставляется)

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подп.	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					
*		1				ТДЦК.714-2011			
**						ТДЦК.968-2011			
1		Все				ТДЦК.975-2011			
2		Все				ТДЦК.171-2012			