

---

# Усилитель промежуточной частоты с рабочим диапазоном частот от 7 до 20 МГц

---

## СПЕЦИФИКАЦИЯ

### 1 ОСОБЕННОСТИ

- SMIC КМОП 0,18 мкм
- Широкий диапазон изменения коэффициента усиления (0...62 дБ)
- Малый коэффициент шума по входу
- Низкое значение неравномерности группового времени запаздывания (ГВЗ) от частоты и от значения коэффициента усиления
- Аналоговый и цифровой режимы выхода
- Встроенный детектор для автоматической регулировки усиления без внешней емкости
- Отсутствие внешних компонентов
- Поддерживаемые технологии: TSMC, UMC, Global Foundries, SMIC, iHP, AMS, Vanguard, SilTerra

### 2 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

- Усиление сигнала ПЧ
- Навигационные приемники

### 3 ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ

Схема устройства представляет собой двуканальный УПЧ, каждый канал которого состоит из четырёхкаскадного усилителя с перестраиваемым коэффициентом усиления, выходного линейного буфера для получения аналогового сигнала на выходе, аналого-цифрового преобразователя (АЦП) для получения выходного цифрового сигнала и детектора уровня выходного сигнала.

Усилитель имеет дифференциальные входы и выходы и состоит из четырёх каскадов. При уменьшении коэффициента усиления от максимума к минимуму сначала уменьшается усиление четвертого (последнего каскада) затем — третьего, и только после этого — усиление второго и первого каскада. Такое решение позволяет сохранять низкое значение коэффициента шума в наиболее широком диапазоне коэффициентов усиления.

Усилитель может работать в следующих режимах:

- Линейный выход с автоматической регулировкой уровня (АРУ)
- Цифровой выход с АРУ по аналоговому сигналу
- Цифровой выход с АРУ по цифровому сигналу

В режиме аналогового выхода схема поддерживает на своем выходе малое напряжение смещения и регулирует коэффициент усиления (КУ) так, чтобы размах дифференциального выходного сигнала был 200 мВ пик-пик. Характеристика детектора АРУ близка к детекторам средневыпрямленного значения. Схема компенсации смещения по постоянному напряжению может работать как по сигналу непосредственно с выхода усилителя, так и по сигналу с выходного буфера.

Режим цифрового выхода с АРУ по аналоговому сигналу работает аналогично предыдущему режиму, только выходной сигнал преобразуется АЦП.

АЦП содержит три компаратора (один фиксирует переходы через "0", еще два срабатывают при превышении определенных положительного и отрицательного порогов), что соответствует разрядности 2 бита. Для возможности передачи сигналов от трех

компараторов через два выхода использован шифратор, выходами которого являются сигнал SIGN и сигнал MAGN.

В данном режиме схему компенсации смещения по постоянному напряжению (СКС) можно переключить на использование сигнала компаратора переходов через “0” (SIGN). Также присутствует отключаемая схема балансировки уровней положительных и отрицательных порогов в выходном цифровом сигнале.

Режим цифрового выхода с АРУ по цифровому сигналу аналогичен предыдущему режиму, но система АРУ работает в режиме автоматического регулирования порога цифрового детектора по цифровому сигналу (MAGN). Порог в этом режиме задается кодом ЦАП.

В любом из вышеперечисленных режимов предусмотрено отключение системы АРУ. Коэффициент усиления в этом случае определяется кодом ЦАП.

Устройство выполнено по технологии SMIC КМОП 0,18 мкм.

## 4 БЛОК-СХЕМА

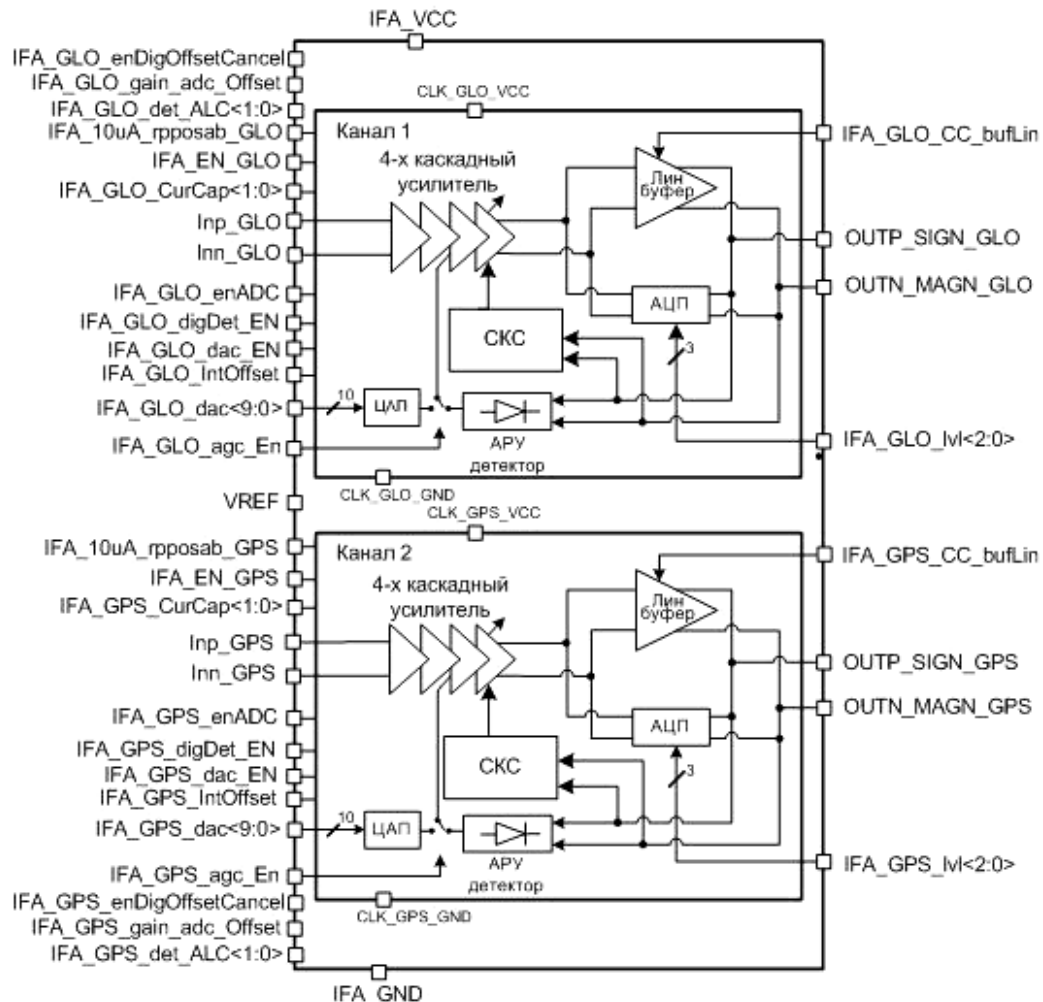


Рисунок 1: Блок-схема усилителя промежуточной частоты

## 5 ОПИСАНИЕ ПОРТОВ

Наименование выводов	Направление	Назначение выводов
IFA_VCC	IO	Вывод питания 1,8 В
IFA_GND	IO	Общий вывод
VREF	I	Вывод опорного напряжения
<b>Выводы блока УПЧ канала 1</b>		
IFA_10uA_rposab_GLO	I	Вывод опорного тока 10 мкА
Inp_GLO	I	Дифференциальный аналоговый вход
Inn_GLO	I	
IFA_EN_GLO	I	Включение / выключение блока УПЧ
IFA_GLO_enADC	I	Включение режима АЦП
IFA_GLO_agcEN	I	Включение режима АРУ в аналоговом режиме
IFA_GLO_digDet_EN	I	Включение цифрового детектора
IFA_GLO_dac_EN	I	Включение ЦАП
IFA_GLO_IntOffset	I	Включение системы компенсации смещения по постоянному напряжению выходного сигнала
IFA_GLO_lvl<2:0>	I	Управление АЦП
IFA_GLO_dac<9:0>	I	Цифровой код для управления коэффициентом усиления УПЧ или для управления КУ
IFA_GLO_CurCap<1:0>	I	Регулировка быстродействия цифрового и аналогового детектора системы АРУ
IFA_GLO_CC_bufLin	I	Режим линейного буфера
IFA_GLO_enDigOffsetCancel	I	Включение системы компенсации смещения по постоянному напряжению цифрового сигнала
IFA_GLO_gain_adc_Offset	I	Регулировка системы компенсации смещения по постоянному напряжению
IFA_GLO_det_ALC<1:0>	I	Переключение уровней АРУ в аналоговом режиме
OUTPUT_SIGN_GLO	O	Дифференциальный аналоговый/цифровой выход
OUTPUT_MAGN_GLO	O	
CLK_GLO_VCC	IO	Вывод цифрового питания
CLK_GLO_GND	IO	Цифровой общий вывод
<b>Выводы блока УПЧ канала 2</b>		
IFA_10uA_rposab_GPS	I	Вывод опорного тока 10 мкА
Inp_GPS	I	Дифференциальный аналоговый вход
Inn_GPS	I	
IFA_EN_GPS	I	Включение / выключение блока УПЧ
IFA_GPS_enADC	I	Включение режима АЦП
IFA_GPS_agcEN	I	Включение режима АРУ в аналоговом режиме
IFA_GPS_digDet_EN	I	Включение цифрового детектора
IFA_GPS_dac_EN	I	Включение ЦАП

## Окончание таблицы “Описание портов”

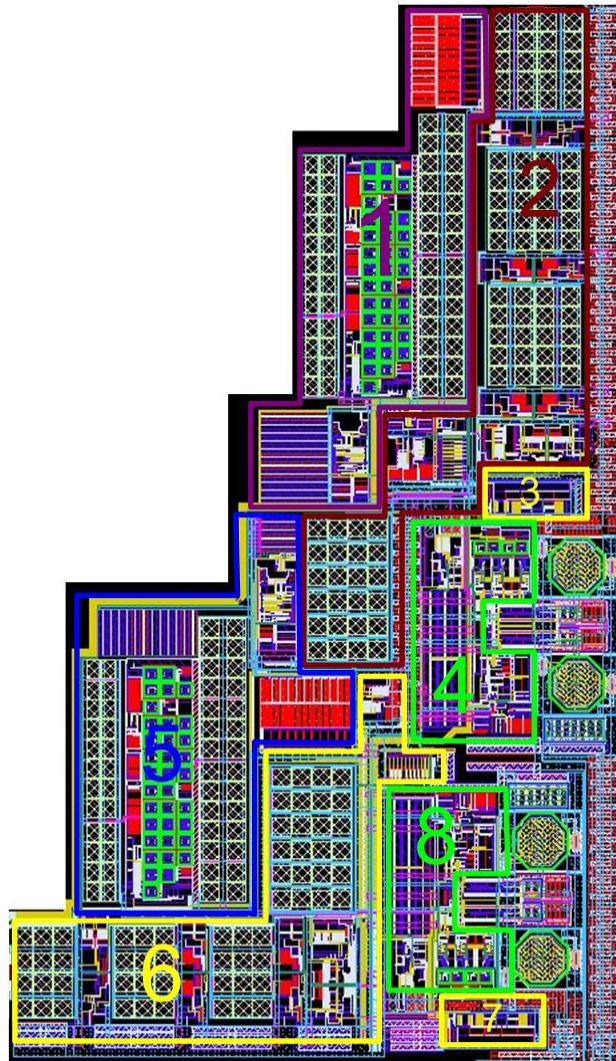
Наименование выводов	Направление	Назначение выводов
IFA_GPS_IntOffset	I	Включение системы компенсации смещения по постоянному напряжению выходного сигнала
IFA_GPS_lvl<2:0>	I	Управление АЦП
IFA_GPS_dac<9:0>	I	Цифровой код для управления коэффициентом усиления УПЧ или для управления КУ
IFA_GPS_CurCap<1:0>	I	Регулировка быстродействия цифрового и аналогового детектора системы АРУ
IFA_GPS_CC_bufLin	I	Режим линейного буфера
IFA_GPS_enDigOffsetCancel	I	Включение системы компенсации смещения по постоянному напряжению цифрового сигнала
IFA_GPS_gain_adc_Offset	I	Регулировка системы компенсации смещения по постоянному напряжению
IFA_GPS_det_ALC<1:0>	I	Переключение уровней АРУ в аналоговом режиме
OUTPUT_SIGN_GPS	O	Дифференциальный аналоговый/цифровой выход GPS
OUTPUT_MAGN_GPS	O	
CLK_GPS_VCC	IO	Вывод цифрового питания
CLK_GPS_GND	IO	Цифровой общий вывод

## 6 ТОПОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

В таблице 1 приведены размеры блока усилителя промежуточной частоты.

**Таблица 1:** Размеры блока

Размер	Значение	Единица измерения
Высота	980	мкм
Ширина	1695	мкм



**Рисунок 2:** Общий вид топологии блока

1. Детектор системы АРУ (канала 1)
2. Схема усилителя промежуточной частоты (канала 1)
3. Линейный буфер (канала 1)
4. АЦП (канала 1)
5. Детектор системы АРУ (канала 2)
6. Схема усилителя промежуточной частоты (канала 2)
7. Линейный буфер (канала 2)
8. АЦП (канала 2)

## 7 ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

### 7.1 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Технология \_\_\_\_\_ SMIC КМОП 0,18 мкм  
 Статус \_\_\_\_\_ верифицирован в кремнии  
 Занимаемая площадь \_\_\_\_\_ 1,1 мм<sup>2</sup>

### 7.2 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Значения электрических параметров приведены для  $V_{cc} = 1,7 \div 1,9$  В и  $T_j = -45 \div +85$  °С, если иное не оговорено; типовые значения при  $V_{cc} = 1,8$  В и  $T_j = +27$  °С.

Наименование параметра	Обозначение	Условия	Значение			Единицы измерения
			мин	тип.	макс	
Напряжение питания	$V_{cc}$	-	1,7	1,8	1,9	В
Температурный диапазон	$T_j$	-	-45	27	85	°С
Диапазон частот	F	-	7	-	20	МГц
Коэффициент шума	$NF_{IFA}$	В режиме максимального усиления	-	6,5	9,4	дБ
		при усилении на 30 дБ меньше максимального	-	6,8	9,8	дБ
Неравномерность ГВЗ	$t_{del}$	Полоса пропускания 7...20 МГц	-	1,8	-	нс
Коэффициент усиления	$G_{IFA}$	-	0	-	62	дБ
Входное сопротивление	$R_{in}$	-	-	2	-	кОм
Выходное сопротивление	$R_{out}$	IFA_GLO_CC_bufLin = "1"	-	-	260	Ом
		IFA_GLO_CC_bufLin = "0"	-	-	320	
Размах напряжения на дифференциальных выходах	$A_{in\ p-p}$	При нагрузке на каждом выходе 2 пФ, на синусоидальном сигнале; OUTPUT_SIGN_GLO, OUTPUT_MAGN_GLO – Для канала 1; OUTPUT_SIGN_GPS, OUTPUT_MAGN_GPS Для канала 2	-	200	-	мВ
Рабочая точка по постоянному току	VIFA_dif	Линейный режим; Для выходов: OUTPUT_SIGN_GLO, OUTPUT_MAGN_GLO – Для канала 1; OUTPUT_SIGN_GPS, OUTPUT_MAGN_GPS Для канала 2	-	1,46	-	В
Разрядность АЦП	K	-	-	2	-	бит
Уровень выходных сигналов АЦП	Vdig	Настройка 1	-	1,0	-	В
		Настройка 2		1,2		
		Настройка 3		1,5		
		Настройка 4		1,8		

## Окончание таблицы “Электрические характеристики”

Наименование параметра	Обозначение	Условия	Значение			Единицы измерения
			мин	тип.	макс	
Ток потребления	$I_{cc}$	В линейном режиме	-	3,1	3,7	мА
	$I_{dig}$	В цифровом режиме	-	3	-	
Ток потребления в режиме ожидания	$I_{stb}$	-	-	15	1800	нА
Выходное напряжение высокого уровня (цифровой выход)	$V_{OH\_dig}$	OUTPUT_SIGN_GLO, OUTPUT_MAGN_GLO – Для канала 1; OUTPUT_SIGN_GPS, OUTPUT_MAGN_GPS Для канала 2	$V_{dig} - 100$	-	-	мВ
Выходное напряжение низкого уровня (цифровой выход)	$V_{OL\_dig}$	OUTPUT_SIGN_GLO, OUTPUT_MAGN_GLO – Для канала 1; OUTPUT_SIGN_GPS, OUTPUT_MAGN_GPS Для канала 2	-	-	100	мВ
Входное напряжение высокого уровня	$V_{IH}$	Для цифровых входов	$0,7V_{cc}$	-	3,6	В
Входное напряжение низкого уровня	$V_{IL}$		-0,25	-	0,3	В

## 8 КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Комплект поставки IP блока зависит от типа лицензии и включает:

- Схемотехническое решение (schematic) или NetList
- Абстрактная модель (.lef и .lib файлы)
- Топологическое решение (layout, опционально)
- Поведенческая модель устройства (Verilog)
- Топологическая схема с экстрагированными параметрами (extracted view, опционально)
- GDSII
- DRC, LVS, antenna report
- Схемы для тестирования с сохранёнными конфигурациями (опционально)
- Документация