

---

# 8/10-разрядный 2-канальный 5 МГц каскадный дельта-сигма АЦП

---

## СПЕЦИФИКАЦИЯ

### 1 ОСОБЕННОСТИ

- Технологический процесс iHP БиКМОП SiGe 130 нм
- Каскадный (2-1) дельта-сигма АЦП
- Подстройка тока операционных усилителей
- Напряжение питания 3,3 В
- Размах входного дифференциального сигнала 2,0 В
- Делитель частоты тактового сигнала
- Поддерживаемые технологии: TSMC, UMC, Global Foundries, SMIC, iHP, Vanguard, SilTerra

### 2 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

- Аналого-цифровое преобразование широкополосного сигнала
- Приемники, передатчики, трансиверы
- Аналоговые интегральные микросхемы
- Измерительная техника
- Медицинская техника

### 3 ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ

Блок представляет собой 2-канальный каскадный (2-1) дельта-сигма АЦП третьего порядка с 5-уровневыми квантователями. В схему входят:

- Два каскадно-соединенных дельта-сигма модулятора второго и первого порядков в каждом канале, объединяемых логикой исключения шума квантования
- Формирователь тактового сигнала
- Управляемый блок опорных токов (3-разрядное управление)
- Управляемый блок опорных напряжений
- Схема коррекции рассогласования емкостей методом информационно-взвешенного усреднения (Data-Weighted Averaging, DWA)

Выходной сигнал формируется в 4-разрядном «термометрическом» коде на выходе каждого из каскадов дельта-сигма модулятора. Предусмотрена возможность отключения второго каскада модулятора, схемы DWA коррекции. Предусмотрена возможность подстройки тока операционных усилителей модулятора (3-разрядное управление током). Встроен делитель частоты тактового сигнала с программируемым коэффициентом деления (целые коэффициенты от 1 до 15).

Напряжение постоянной составляющей входного сигнала 1,65 В; рекомендуемые значения дифференциальных опорных напряжений:  $1,65 \pm 0,5$  В; рекомендуемая дифференциальная амплитуда входного сигнала: 0,8 В; допустимая девиация коэффициента заполнения тактового сигнала:  $50 \pm 5\%$ .

АЦП выполнен в технологии iHP БиКМОП SiGe 130 нм.

## 4 БЛОК-СХЕМА

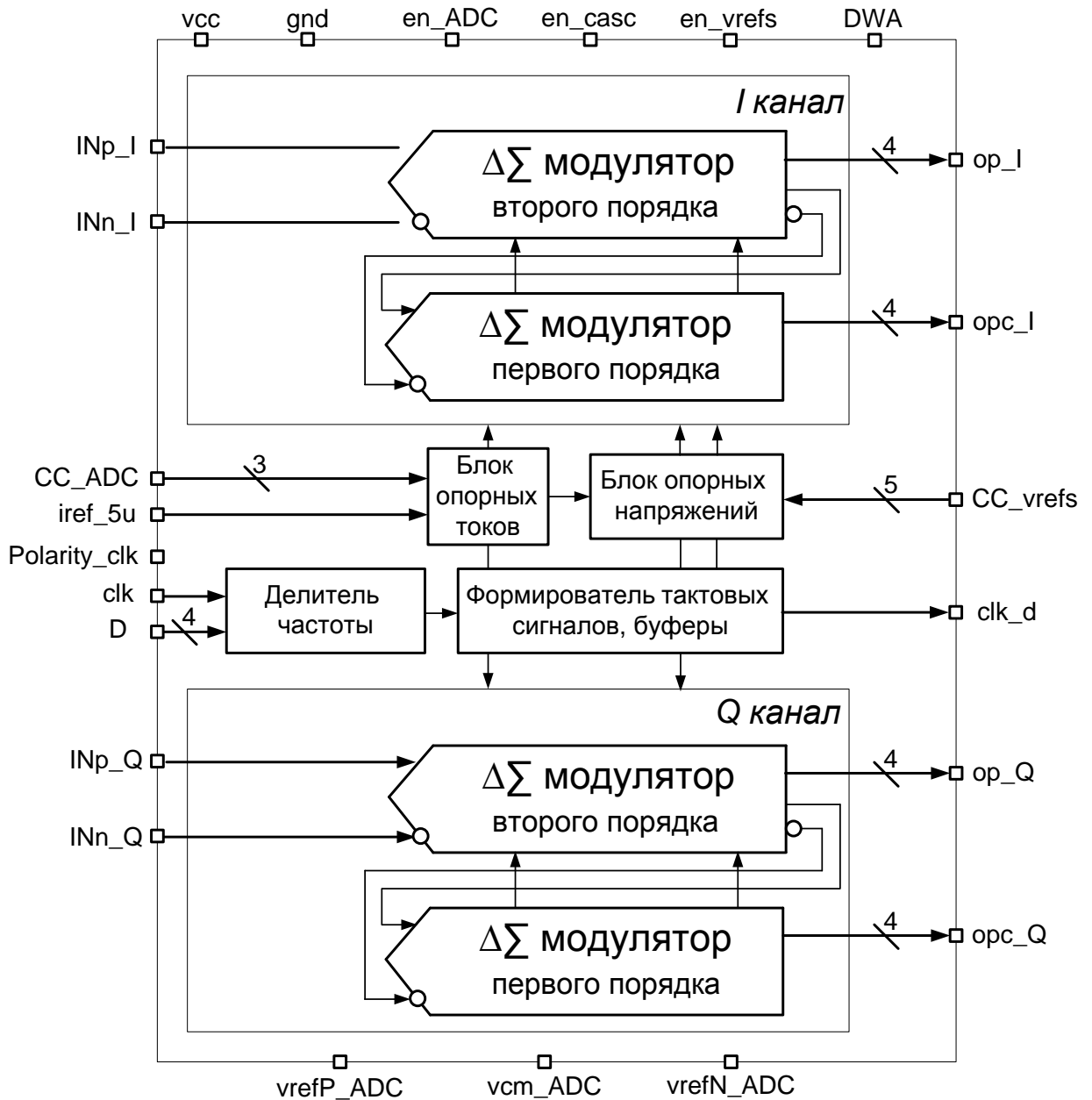


Рисунок 1: Блок-схема 8/10-разрядный 2-канальный 5 МГц каскадный дельта-сигма АЦП.

## 5 ОПИСАНИЕ ПОРТОВ

Название	Направление	Описание
iref_5u	I	Опорный ток (втекающий) 5 мкА
clk	I	Вход тактового сигнала, частотой 10 МГц
INp_I	I	Входной дифференциальный аналоговый сигнал I канала
INn_I		
INp_Q	I	Входной дифференциальный аналоговый сигнал Q канала
INn_Q		
D	I	Выбор коэффициента деления частоты тактового сигнала
Polarity_clk	I	Инверсия фазы внутреннего тактового сигнала
en_ADC	I	Включение АЦП
en_casc	I	Включение второго каскада АЦП
en_vrefs	I	Включение генератора опорных напряжений для АЦП
DWA	I	Включение схемы коррекции рассогласования конденсаторов в АЦП
CC_ADC	I	Настройка тока ОУ АЦП
CC_vrefs	I	Настройка тока буферов опорных напряжений
op_I	O	Выходные данные главного каскада АЦП канала I
opc_I	O	Выходные данные второго каскада АЦП канала I
op_Q	O	Выходные данные главного каскада АЦП канала Q
opc_Q	O	Выходные данные второго каскада АЦП канала Q
clk_d	O	Выходной тактовый сигнал
vrefP_ADC	IO	Опорное дифференциальное напряжение
vrefN_ADC		
vcm_ADC	IO	Постоянная составляющая входного сигнала
vcc	IO	Шина питания
gnd	IO	Шина земли

## 6 ТОПОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

В таблице 1 приведены топологические размеры блока АЦП.

Таблица 1: Размеры блока

Размер	Значение	Единица измерения
Высота	650	МКМ
Ширина	350	МКМ

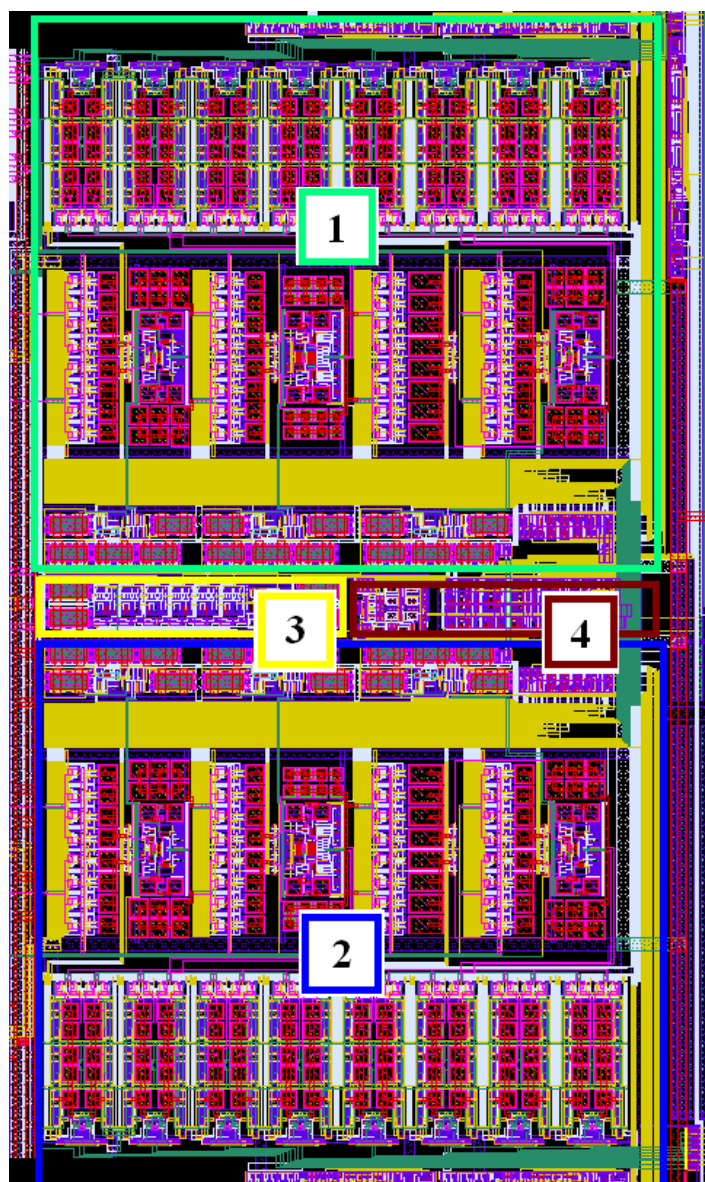


Рисунок 2: Общий вид топологии блока АЦП

1. АЦП I канала
2. АЦП Q канала
3. Источник опорных токов
4. Формирователь тактовых импульсов + буферы

Источник опорных напряжений выполнен в виде отдельного блока для упрощения его размещения на кристалле. ИОН состоит из трех буферов по напряжению, высота каждого

из которых составляет 167 мкм, ширина – 62 мкм. Вид топологии одного из трех буферов приведен на рисунке 3.

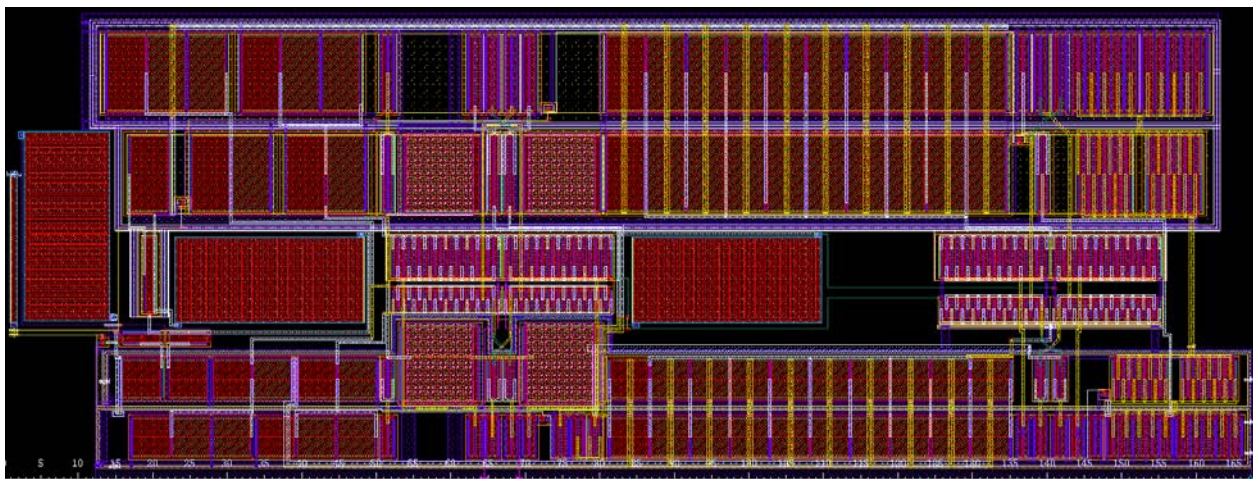


Рисунок 3: Вид одного из буферов опорных напряжений для АЦП

## 7 ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

### 7.1 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Технология \_\_\_\_\_ iHP БиКМОП SiGe 0,13 мкм  
Статус \_\_\_\_\_ подготовка к верификации в кремнии  
Занимаемая площадь \_\_\_\_\_ 0,22 мм<sup>2</sup>

### 7.2 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

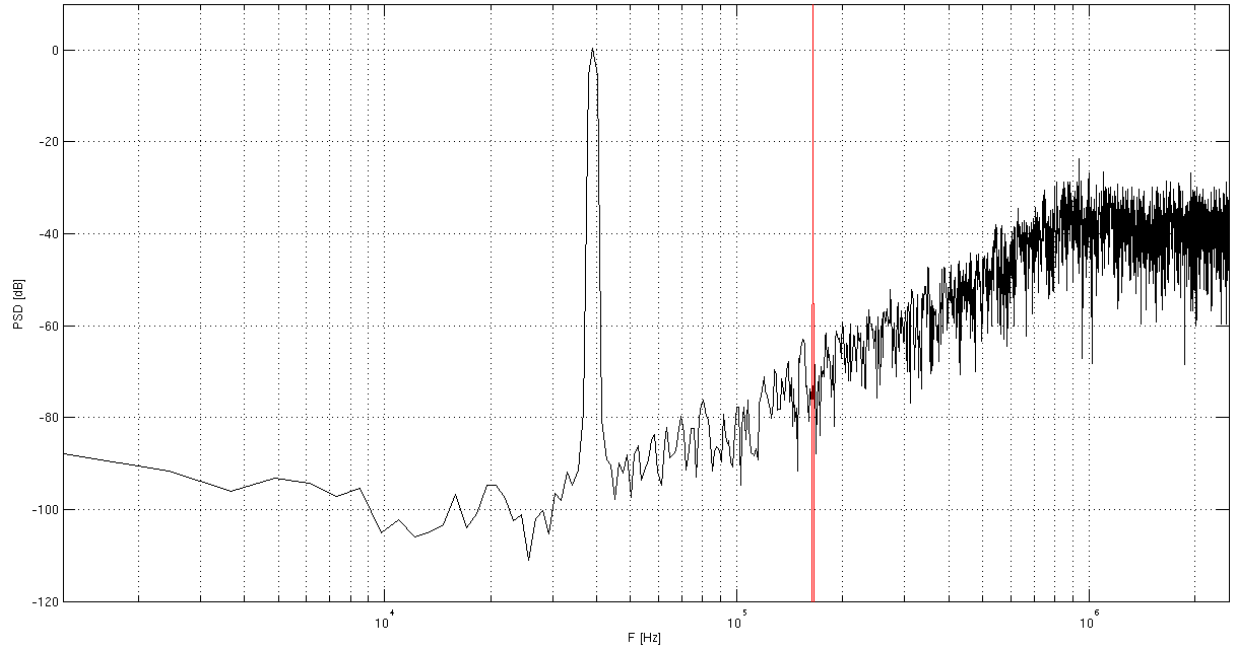
Значения электрических параметров приведены для  $V_{CC} = 2,7 \div 3,6$  В и  $T_a = -40 \div +85^\circ\text{C}$ , если иное не оговорено; типовые значения при  $V_{CC} = 3,3$  В и  $T_a = 27^\circ\text{C}$ .

Наименование параметра	Обозначение	Примечания	Значение			Единица измерения
			мин	тип	макс	
Рабочая температура	$T_a$	-	-40	27	+85	$^\circ\text{C}$
Напряжение питания блоков устройства	$V_{CC}$	-	2,7	3,3	3,6	В
Сигнал/шум	SNR	Полоса 150 кГц	52	-	70	дБ
Тактовая частота	$F_{clk}$	-	5		7,5	МГц
Коэффициент передискретизации	OSR	-	-	32	-	-
Полоса преобразуемого сигнала	BW	-	150	-	-	кГц
Мощность в режиме ожидания	$P_{st}$	-	0,18	1,08	3,43	мкВт
Потребляемая мощность, полная	$P_{supply}$	2 канала с вкл. вторым каскадом	2,99	4,62	5,29	мВт
Потребляемая мощность, полная	$P_{supply}$	2 канала с выкл. вторым каскадом	2,67	3,70	4,43	мВт
Ток потребления, модулятор (1 канал)	$I_{ADC}$	с вкл. вторым каскадом	0,21	0,34	0,36	мА
Ток потребления, ИОН	$I_{VREFS}$	-	0,59	0,64	0,64	мА
Ток потребления, модулятор (1 канал)	$I_{ADC}$	с выкл. вторым каскадом	0,17	0,25	0,26	мА
Ток потребления, полный	$I_{supply}$	2 канала с вкл. вторым каскадом	1,11	1,40	1,47	мА
Ток потребления, полный	$I_{supply}$	2 канала с выкл. вторым каскадом	0,99	1,12	1,23	мА
Постоянная составляющая входного сигнала	U	-	-	1,65	-	В
Входное напряжение высокого уровня	$V_{IH}$	для цифровых входов	0,7 $V_{CC}$	-	$V_{CC}+0,25$	В
Входное напряжение низкого уровня	$V_{IL}$	для цифровых входов	-0,25	-	0,3 $V_{CC}$	В

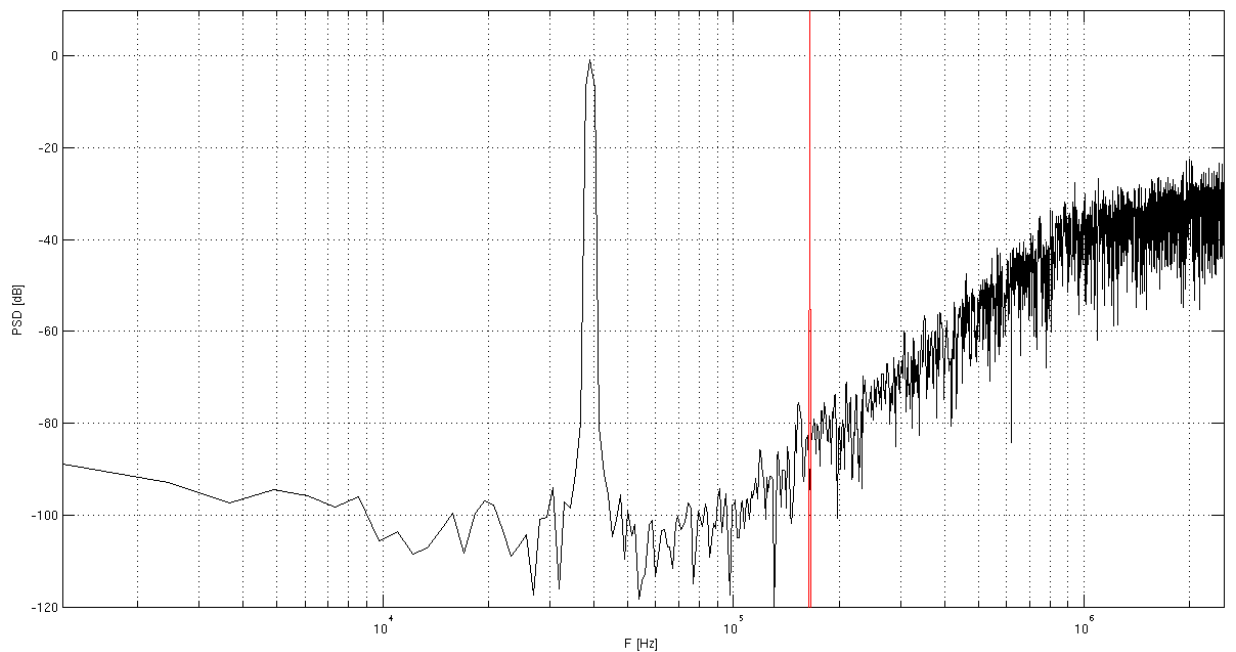


## 8 ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

На рисунках 4 и 5 приведены результаты тестирования схемотехнического решения блока АЦП.

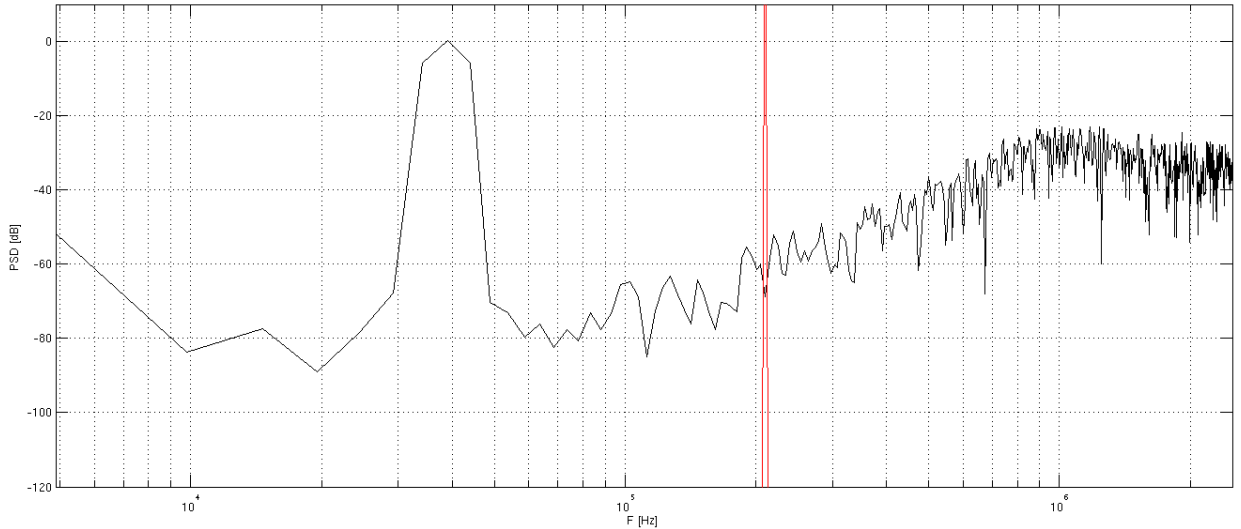


**Рисунок 4:** Спектр выходного сигнала при выключенном втором каскаде.  
Условия:  $F_{in} = 40$  кГц,  $F_{clk} = 5$  МГц,  $V_{in}$  (dif p-p) = 1,6 В.  
SNR = 56,38 дБ, ENOB = 9,07.

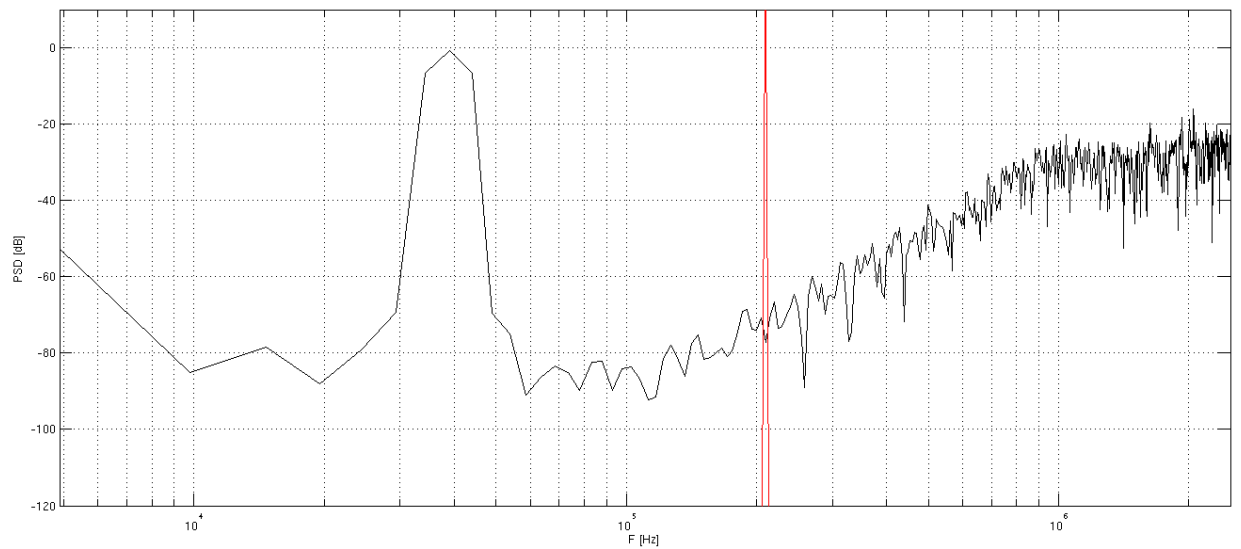


**Рисунок 5:** Спектр выходного сигнала при включенном втором каскаде.  
Условия:  $F_{in} = 40$  кГц,  $F_{clk} = 5$  МГц,  $V_{in}$  (dif p-p) = 1,6 В.  
SNR = 69,71 дБ, ENOB = 11,29.

На рисунках 6 – 9 приведены результаты тестирования блока АЦП (2 канала) со включенным блоком опорных напряжений с экстрагированными из топологии паразитными элементами.

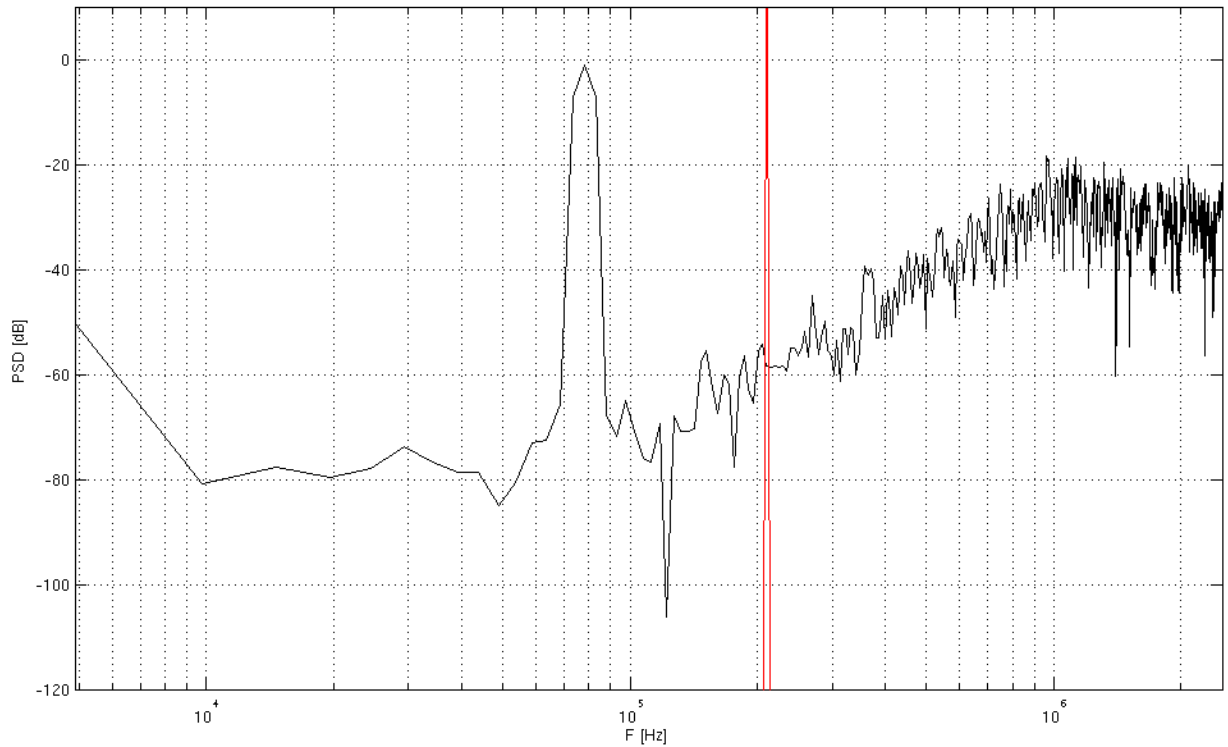


**Рисунок 6:** Спектр выходного сигнала I канала при выключенном втором каскаде.  
 Условия:  $F_{in} = 40$  кГц,  $F_{clk} = 5$  МГц,  $V_{in}$  (dif p-p) = 1,6 В.  
 $SNR = 51,81$  дБ,  $ENOB = 8,31$ .

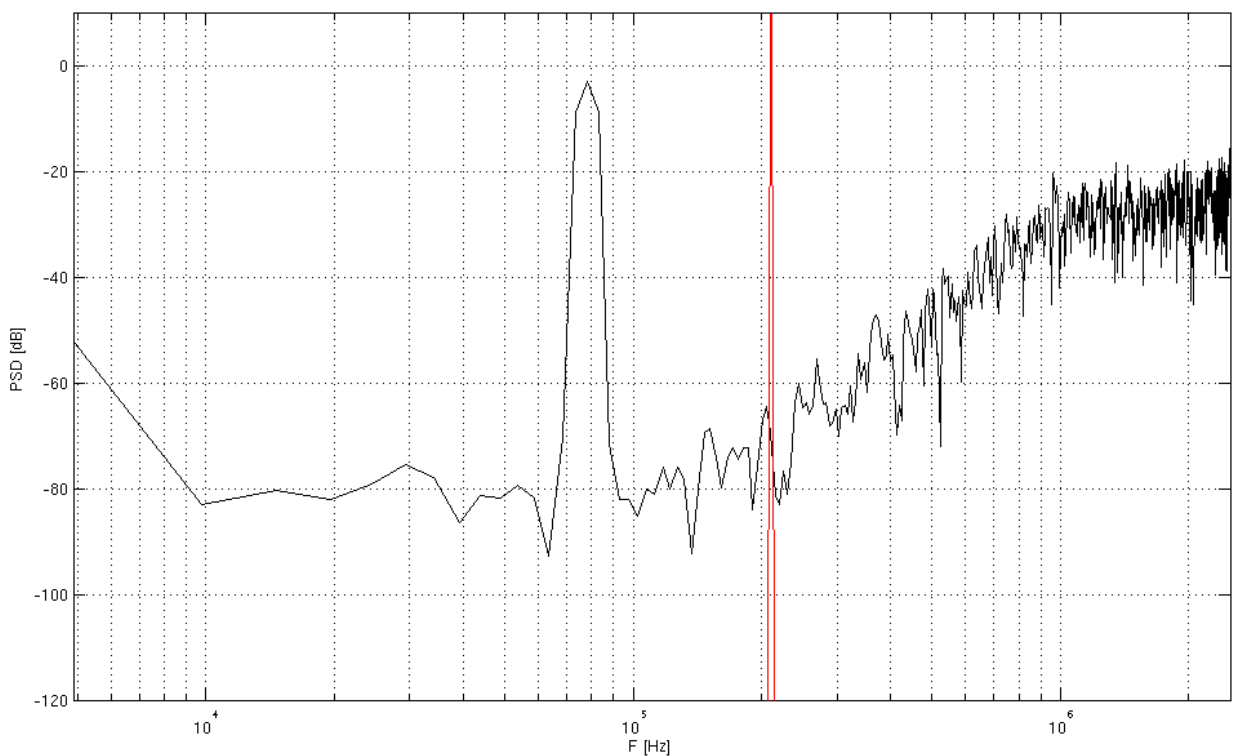


**Рисунок 7:** Спектр выходного сигнала I канала при включенном втором каскаде.  
 Условия:  $F_{in} = 40$  кГц,  $F_{clk} = 5$  МГц,  $V_{in}$  (dif p-p) = 1,6 В.  
 $SNR = 62,51$  дБ,  $ENOB = 10,09$ .





**Рисунок 8:** Спектр выходного сигнала Q канала при выключенном втором каскаде.  
 Условия:  $F_{in} = 80$  кГц,  $F_{clk} = 5$  МГц,  $V_{in} (dif\ p-p) = 1,0$  В.  
 $SNR = 47,062$  дБ,  $ENOB = 7,62$ .



**Рисунок 9:** Спектр выходного сигнала Q канала при включенном втором каскаде.  
 Условия:  $F_{in} = 80$  кГц,  $F_{clk} = 5$  МГц,  $V_{in} (dif\ p-p) = 1,0$  В.  
 $SNR = 57,14$  дБ,  $ENOB = 9,2$ .

## 9 КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Комплект поставки IP блока включает:

- Схемотехническое решение (schematic) или NetList
- Топологическое решение (layout) или «черный ящик»
- Топологическая схема с экстрагированными параметрами (extracted view, опциональный)
- GDSII
- Схемы для тестирования с сохранёнными конфигурациями (опциональный)
- Документация