

---

# 12-разрядный 1-канальный АЦП с частотой выборки 44/70/90 Мвыб/с

---

## СПЕЦИФИКАЦИЯ

### 1 ОСОБЕННОСТИ

- Технология TSMC КМОП 180 нм
- Высокоскоростной конвейерный АЦП
- 1 канал
- Разрядность 12-бит
- Скорость преобразования 44 – 90 МГц
- Использование отдельных шин питания: 1,8 В для цифровой и 1,8 В для аналоговой частей схемы АЦП
- Низкое потребление в режиме ожидания (ток потребления 0,2 мкА)
- Низкая рассеиваемая мощность:  
59,4 мВт при 44 Мвыб/с  
84,6 мВт при 70 Мвыб/с
- Коэффициент гармонических искажений (THD):  
-70,6 дБ при 44 Мвыб/с и  $F_{IN} = 1,9$  МГц  
-70,1 дБ при 70 Мвыб/с и  $F_{IN} = 1,9$  МГц
- Реальный динамический диапазон (SFDR):  
72,7 дБ при 44 Мвыб/с и  $F_{IN} = 1,9$  МГц  
73 дБ при 70 Мвыб/с и  $F_{IN} = 1,9$  МГц
- Отношение сигнал/шум (SNR):  
61,6 дБ при 44 Мвыб/с и  $F_{IN} = 1,9$  МГц  
62,4 дБ при 70 Мвыб/с и  $F_{IN} = 1,9$  МГц
- Малая занимаемая площадь 1,44 мм<sup>2</sup>
- Поддерживаемые технологии: TSMC, UMC, Global Foundries, SMIC

### 2 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

- Оптические сети
- Тестовое оборудование
- Ультразвуковые сканеры и системы цифрового формирования диаграммы направленности
- Телекоммуникационные системы
- Высококачественные системы обработки видеоизображения
- WiFi, WiMax
- Мобильная связь
- Система сбора данных

### 3 ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ

Маломощный высокоскоростной АЦП реализован на основе высокопроизводительной конвейерной архитектуры. АЦП состоит из ядра АЦП, схемы формирования тактовых сигналов, источника опорных токов и схемы формирования выходного кода. АЦП необходимы следующие напряжения питания: аналоговое в диапазоне  $1,7 \div 2$  В и цифровое в диапазоне  $1,7 \div 2$  В. Также для АЦП необходимы опорные напряжения: 1,15 В, 0,65 В и  $0,85 \div 1$  В (постоянная составляющая входного сигнала), опорный ток  $9,9 \div 10,1$  мкА и дифференциальный входной тактовый сигнал. АЦП может работать в режиме ожидания, обеспечивая минимальное энергопотребление. Также существует возможность настройки рабочих режимов АЦП с помощью цифровых регистров. Устройство выполнено по технологии TSMC КМОП 180 нм.

### 4 БЛОК-СХЕМА

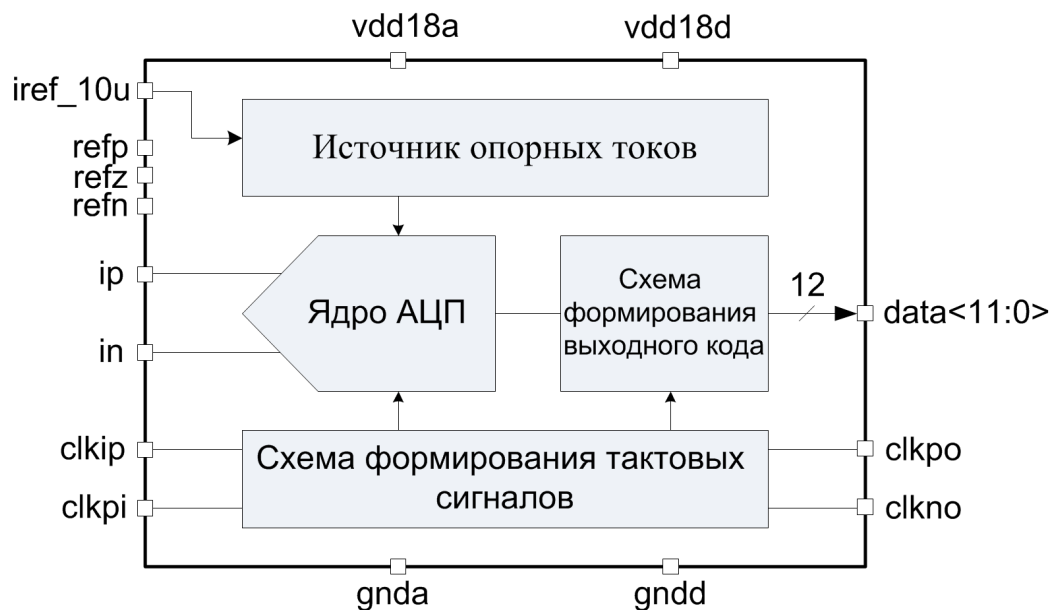


Рисунок 1: Блок-схема 12-разрядного АЦП

## 5 ОПИСАНИЕ ПОРТОВ

Название	Направление	Описание
<b>Аналоговые сигналы</b>		
iref_10u	I	Опорный ток (10 мкА)
ip	I	Аналоговый дифференциальный вход
in	I	
refp	I	Аналоговое опорное дифференциальное напряжение
refn	I	
cm	I	Постоянная составляющая входного сигнала
<b>Цифровые входы</b>		
clkp	I	Дифференциальный входной тактовый сигнал
clkpi	I	
en	I	Регистр включения устройства
<b>Цифровые выходы</b>		
data<11:0>	O	Выходные данные
clkpo	O	Дифференциальный выходной тактовый сигнал
clkno	O	
<b>Тестовые входы</b>		
adj_mdac_c1<4:0>	I	Регистры подстройки токов умножающих ЦАП
adj_mdac_c2<4:0>	I	
adj_mdac_c3<4:0>	I	
adj_sh<4:0>	I	Регистр подстройки тока УВХ
adj_clk_comp<2:0>	I	Регистр подстройки фазы сравнения компараторов
adj_icomp<2:0>	I	Регистр подстройки тока компараторов
<b>Напряжения питания</b>		
vdd18a	I/O	Шина аналогового напряжения питания 1,8 В
vdd18d	I/O	Шина цифрового напряжения питания 1,8 В
gnda	I/O	Шина нулевого потенциала аналоговых блоков
gndd	I/O	Шина нулевого потенциала цифровых блоков

## 6 ТОПОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

В таблице 1 приведены размеры 12-разрядного АЦП.

Таблица 1: Размеры блока

Размер	Значение	Единица измерения
Высота	600	МКМ
Ширина	2400	МКМ

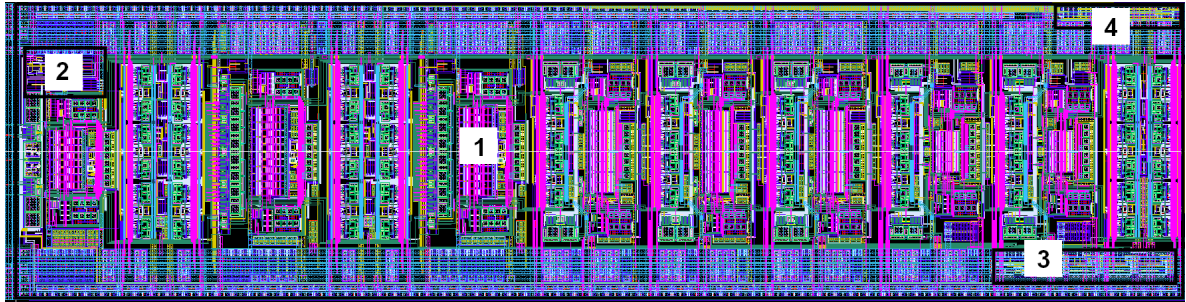


Рисунок 2: Общий вид топологии блока

1. Ядро АЦП
2. Источник опорных токов
3. Схема формирования тактовых сигналов
4. Схема формирования выходного кода

## 7 ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

### 7.1 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Технология \_\_\_\_\_ TSMC КМОП 180 нм  
 Статус \_\_\_\_\_ верифицирован в кремнии  
 Занимаемая площадь \_\_\_\_\_ 1,44мм<sup>2</sup>

### 7.2 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Значения электрических параметров приведены для  $V_{DDA} = V_{DDD} = 1,7 \text{ В} \div 2 \text{ В}$ ,  $T_j = -40 \div +85^\circ\text{C}$ ,  $A_{IN} = -1 \text{ дБ}$  полной шкалы, если иное не оговорено. Типовые значения при  $V_{DDA} = V_{DDD} = 1,8 \text{ В}$ ,  $T_j = +27^\circ\text{C}$ .

Наименование параметра	Обозначение	Условия	Значение			Единица измерения
			мин	тип.	макс	
Аналоговое напряжение питания	$V_{DDA}$	-	1,7	1,8	2,0	В
Цифровое напряжение питания	$V_{DDD}$	-	1,7	1,8	2,0	В
Температура	$T_j$	-	-40	27	+85	$^\circ\text{C}$
Опорный ток	$I_{REF}$	-	9,9	10	10,1	мкА
Разрядность	N	-	-	12	-	бит
Частота выборки	$F_S$	-	-	44	90	Мвыб/с
Ширина полосы пропускания	B	-	-	45	-	МГц
Ток в режиме ожидания	$I_{ST}$	$V_{DDA} + V_{DDD}$	-	0,2	-	мкА
Ток потребления	$I_{CN}$	$V_{DDA} + V_{DDD}$ , $F_S = 44 \text{ МГц}$	-	33	-	мА
		$V_{DDA} + V_{DDD}$ , $F_S = 70 \text{ МГц}$	-	47	-	
		$V_{DDA} + V_{DDD}$ , $F_S = 90 \text{ МГц}$	-	59	-	
Потребляемая мощность	$P_{TOTAL}$	$V_{DDA} + V_{DDD}$ , $F_S = 44 \text{ МГц}$	-	59,4	-	мВт
		$V_{DDA} + V_{DDD}$ , $F_S = 70 \text{ МГц}$	-	84,6	-	
		$V_{DDA} + V_{DDD}$ , $F_S = 90 \text{ МГц}$	-	106,2	-	
Размах напряжения на дифференциальных входах	$A_{IN \text{ p-p}}$	-	-	1	-	В
Дифференциальные опорные напряжения	$V_{REFP}$	-	-	$V_{CM} + 0,25$	-	В
	$V_{REFN}$	-	-	$V_{CM} - 0,25$	-	
Постоянная составляющая входного сигнала	$V_{CM}$	-	-	$0,5V_{DDA}$	-	В
Сквозность тактового сигнала	S	-	45	50	55	%
Входное напряжение высокого уровня	$V_{IH}$	Для цифровых входов	$0,7V_{DDD}$	-	-	В
Входное напряжение низкого уровня	$V_{IL}$		-	-	$0,3V_{DDD}$	В

### 7.3 ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Значения электрических параметров приведены для  $V_{DDA} = V_{DDD} = 1,7 \text{ В} \pm 2 \text{ В}$ ,  $T_j = -40 \div +85^\circ\text{C}$ ,  $A_{IN} = -1 \text{ дБ}$  полной шкалы, если иное не оговорено. Типовые значения при  $V_{DDA} = V_{DDD} = 1,8 \text{ В}$ ,  $T_j = +27^\circ\text{C}$ .

Наименование параметра	Обозначение	Условия	Значение			Единица измерения
			мин	тип.	макс	
<b><math>F_S = 44 \text{ Мвыб/с}</math></b>						
Реальный динамический диапазон	SFDR	$F_{IN} = 1,9 \text{ МГц}$	70,9	72,7	73,3	дБ
		$F_{IN} = 2,5 \text{ МГц}$	68,5	72,3	73,1	
		$F_{IN} = 5 \text{ МГц}$	69,2	72,1	73	
		$F_{IN} = 10,7 \text{ МГц}$	70	71,4	72,7	
Коэффициент нелинейных искажений	THD	$F_{IN} = 1,9 \text{ МГц}$	-75,3	-70,6	-67,8	дБ
		$F_{IN} = 2,5 \text{ МГц}$	-75	-70,4	-67,5	
		$F_{IN} = 5 \text{ МГц}$	-75	-71,1	-68	
		$F_{IN} = 10,7 \text{ МГц}$	-74,6	-69,6	-67,5	
Отношение сигнал/шум	SNR	$F_{IN} = 1,9 \text{ МГц}$	61,5	61,6	62,2	дБ
		$F_{IN} = 2,5 \text{ МГц}$	61,4	61,5	62,4	
		$F_{IN} = 5 \text{ МГц}$	61,4	61,5	62,9	
		$F_{IN} = 10,7 \text{ МГц}$	60,8	61,4	61,6	
Отношение сигнал/шум и искажения	SINAD (SNDR)	$F_{IN} = 1,9 \text{ МГц}$	61	61,1	61,5	дБ
		$F_{IN} = 2,5 \text{ МГц}$	60,5	60,9	61,3	
		$F_{IN} = 5 \text{ МГц}$	60,8	61,1	61,8	
		$F_{IN} = 10,7 \text{ МГц}$	60,2	60,9	61,1	
Число эффективных разрядов	ENOB	$F_{IN} = 1,9 \text{ МГц}$	9,84	9,86	9,92	бит
		$F_{IN} = 2,5 \text{ МГц}$	9,76	9,82	9,89	
		$F_{IN} = 5 \text{ МГц}$	9,81	9,86	9,97	
		$F_{IN} = 10,7 \text{ МГц}$	9,71	9,82	9,86	
Двухтоновый интермодуляционные искажения	IMD	$F_{IN1} = 2 \text{ МГц}$ , $F_{IN2} = 2,5 \text{ МГц}$ , $A_{IN1} = A_{IN2} = -7 \text{ дБ}$ полной шкалы	-	70,5	-	дБ
		$F_{IN1} = 4 \text{ МГц}$ , $F_{IN2} = 5 \text{ МГц}$ , $A_{IN1} = A_{IN2} = -7 \text{ дБ}$ полной шкалы	-	71	-	
		$F_{IN1} = 10,2 \text{ МГц}$ , $F_{IN2} = 11,2 \text{ МГц}$ , $A_{IN1} = A_{IN2} = -7 \text{ дБ}$ полной шкалы	-	73,6	-	
Дифференциальная нелинейность	DNL	$F_{IN} = 1,9 \text{ МГц}$	-	0,89	-	МЗР
Интегральная нелинейность	INL	$F_{IN} = 1,9 \text{ МГц}$	-	2,84	-	МЗР

Таблица “Динамические характеристики” (продолжение)

Наименование параметра	Обозначение	Условия	Значение			Единица измерения
			мин	тип.	макс	
<b><math>F_s = 70</math> Мвыб/с</b>						
Реальный динамический диапазон	SFDR	$F_{IN} = 1,9$ МГц	70,5	73	75	дБ
		$F_{IN} = 2,5$ МГц	69	70	73,6	
		$F_{IN} = 5$ МГц	67	67,5	70	
		$F_{IN} = 10,7$ МГц	61	63,1	65	
Коэффициент нелинейных искажений	THD	$F_{IN} = 1,9$ МГц	-71,83	-70,1	-69,6	дБ
		$F_{IN} = 2,5$ МГц	-73,3	-68	-67,8	
		$F_{IN} = 5$ МГц	-73,1	-70,3	-70,1	
		$F_{IN} = 10,7$ МГц	-70,27	-71,8	-67,67	
Отношение сигнал/шум	SNR	$F_{IN} = 1,9$ МГц	61,7	62,4	62,7	дБ
		$F_{IN} = 2,5$ МГц	61,2	61,3	61,5	
		$F_{IN} = 5$ МГц	59,3	59,4	59,7	
		$F_{IN} = 10,7$ МГц	55,3	56,5	56,8	
Отношение сигнал/шум и искажения	SINAD (SNDR)	$F_{IN} = 1,9$ МГц	61,3	61,8	61,9	дБ
		$F_{IN} = 2,5$ МГц	60,2	60,4	61,6	
		$F_{IN} = 5$ МГц	59	59,1	59,5	
		$F_{IN} = 10,7$ МГц	55,2	56,4	56,9	
Число эффективных разрядов	ENOB	$F_{IN} = 1,9$ МГц	9,89	9,97	9,99	бит
		$F_{IN} = 2,5$ МГц	9,71	9,74	9,94	
		$F_{IN} = 5$ МГц	9,51	9,52	9,6	
		$F_{IN} = 10,7$ МГц	8,88	9,08	9,16	
Дифференциальная нелинейность	DNL	$F_{IN} = 1,9$ МГц	-	1,09	-	МЗР
Интегральная нелинейность	INL	$F_{IN} = 1,9$ МГц	-	2,17	-	МЗР
<b><math>F_s = 90</math> Мвыб/с</b>						
Реальный динамический диапазон	SFDR	$F_{IN} = 1,9$ МГц	-	74,6	-	дБ
		$F_{IN} = 2,5$ МГц	-	70,8	-	
		$F_{IN} = 5$ МГц	-	71,1	-	
		$F_{IN} = 10,7$ МГц	-	69,5	-	
Коэффициент нелинейных искажений	THD	$F_{IN} = 1,9$ МГц	-	-72,4	-	дБ
		$F_{IN} = 2,5$ МГц	-	-69,8	-	
		$F_{IN} = 5$ МГц	-	-68,4	-	
		$F_{IN} = 10,7$ МГц	-	69,3	-	
Отношение сигнал/шум	SNR	$F_{IN} = 1,9$ МГц	-	61,6	-	дБ
		$F_{IN} = 2,5$ МГц	-	61,8	-	
		$F_{IN} = 5$ МГц	-	61,6	-	
		$F_{IN} = 10,7$ МГц	-	58,9	-	
Отношение сигнал/шум и искажения	SINAD (SNDR)	$F_{IN} = 1,9$ МГц	-	61,3	-	дБ
		$F_{IN} = 2,5$ МГц	-	61,2	-	
		$F_{IN} = 5$ МГц	-	60,8	-	
		$F_{IN} = 10,7$ МГц	-	58,6	-	
Число эффективных разрядов	ENOB	$F_{IN} = 1,9$ МГц	-	9,89	-	бит
		$F_{IN} = 2,5$ МГц	-	9,87	-	
		$F_{IN} = 5$ МГц	-	9,81	-	
		$F_{IN} = 10,7$ МГц	-	9,11	-	

## 8 ТИПОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

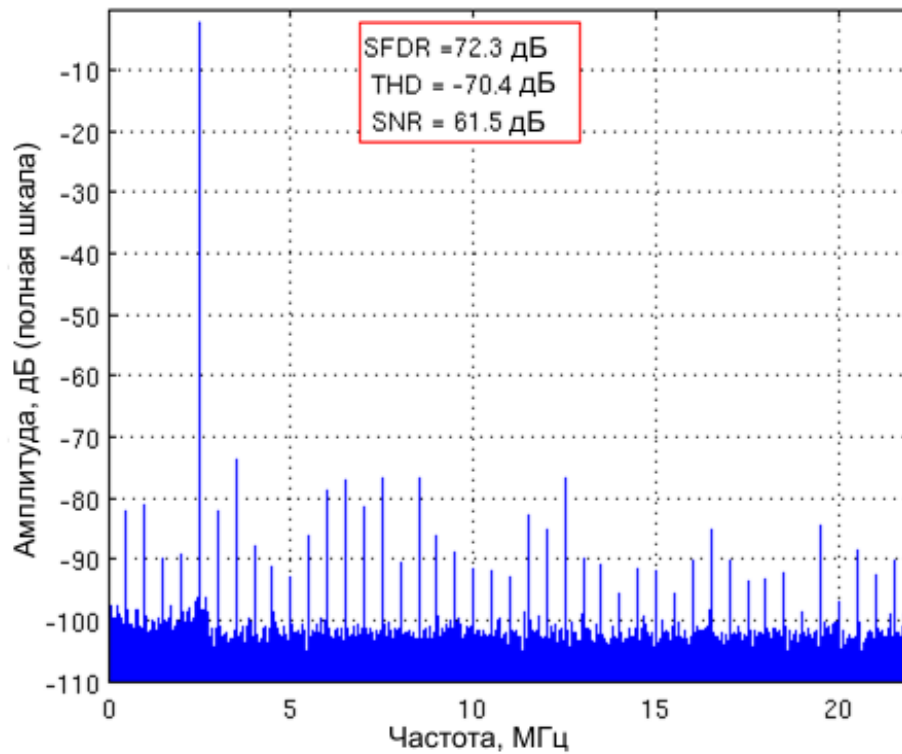


Рисунок 3: БПФ при  $F_{IN} = 2,5$  МГц,  
 $F_S = 44$  Мвыб/с,  $A_{IN} = -1$  дБ (полная шкала)

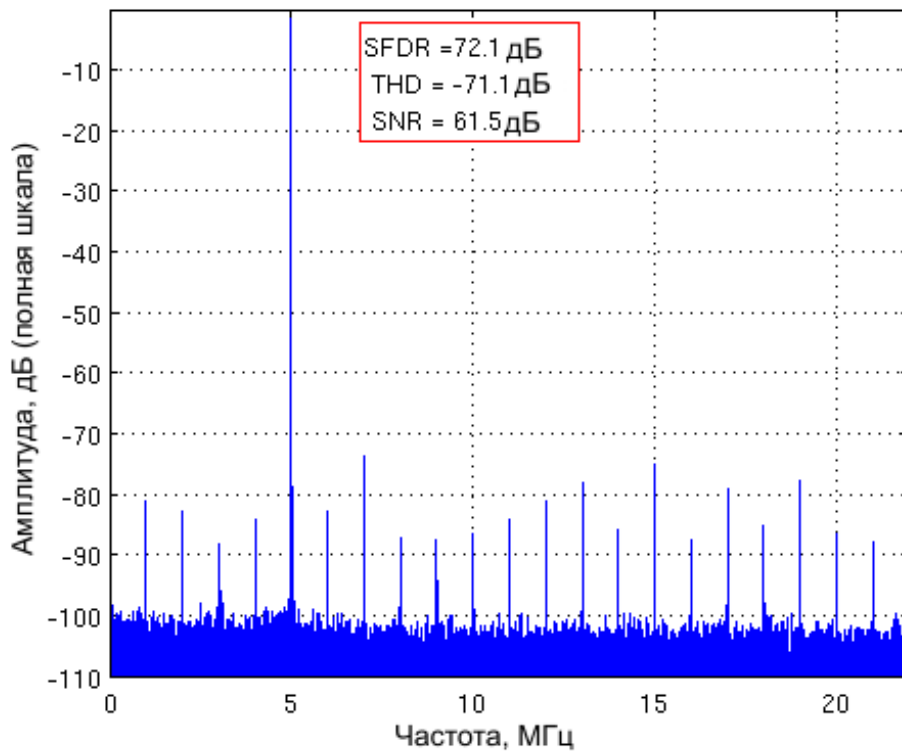


Рисунок 4: БПФ при  $F_{IN} = 5$  МГц,  
 $F_S = 44$  Мвыб/с,  $A_{IN} = -1$  дБ (полная шкала)



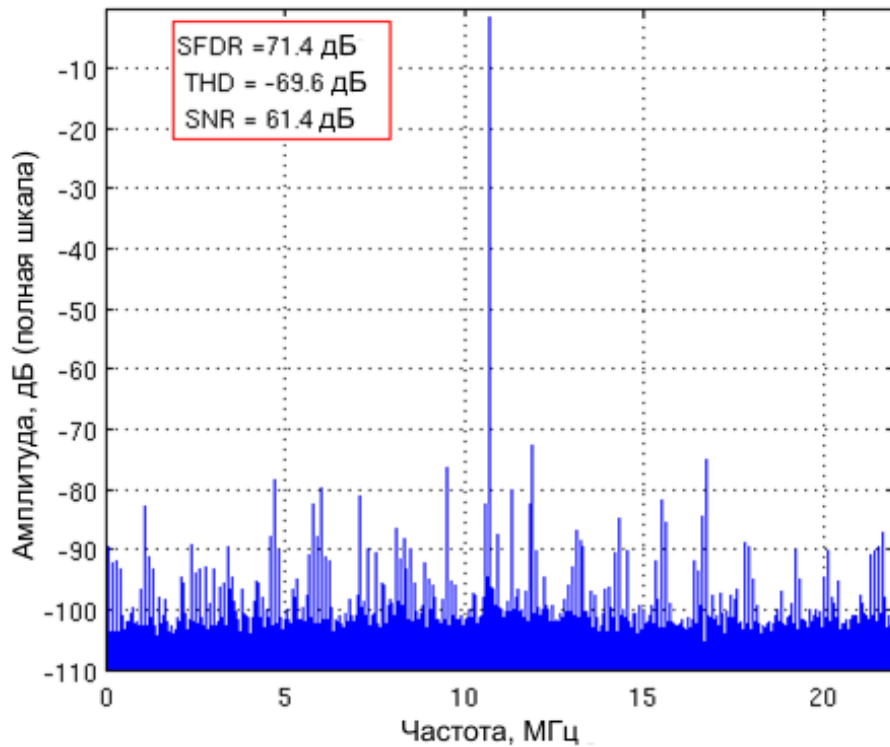


Рисунок 5: БПФ при  $F_{IN} = 10,7$  МГц,  
 $F_S = 44$  Мвыб/с,  $A_{IN} = -1$  дБ (полная шкала)

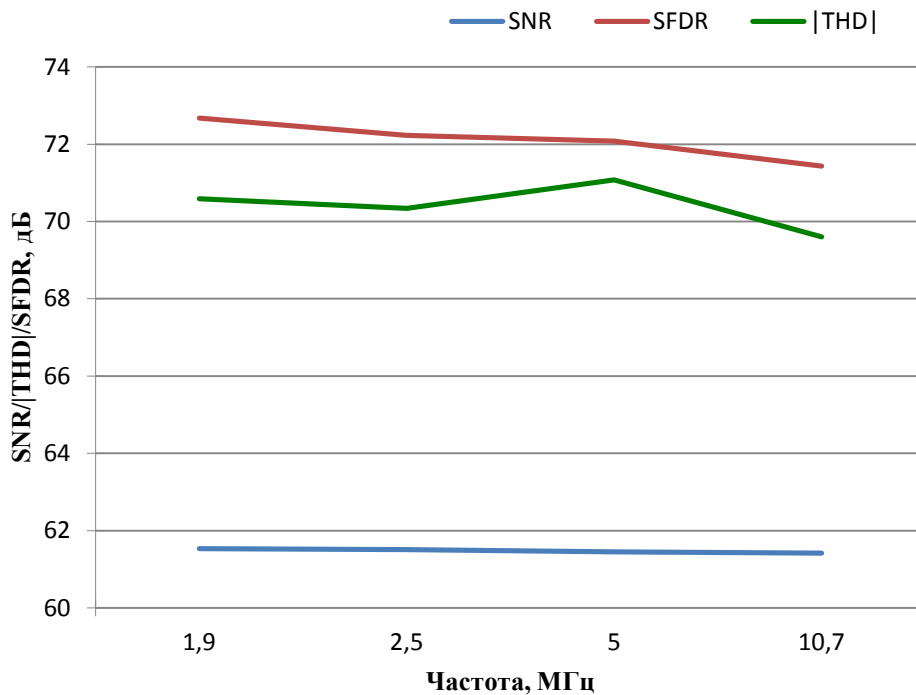
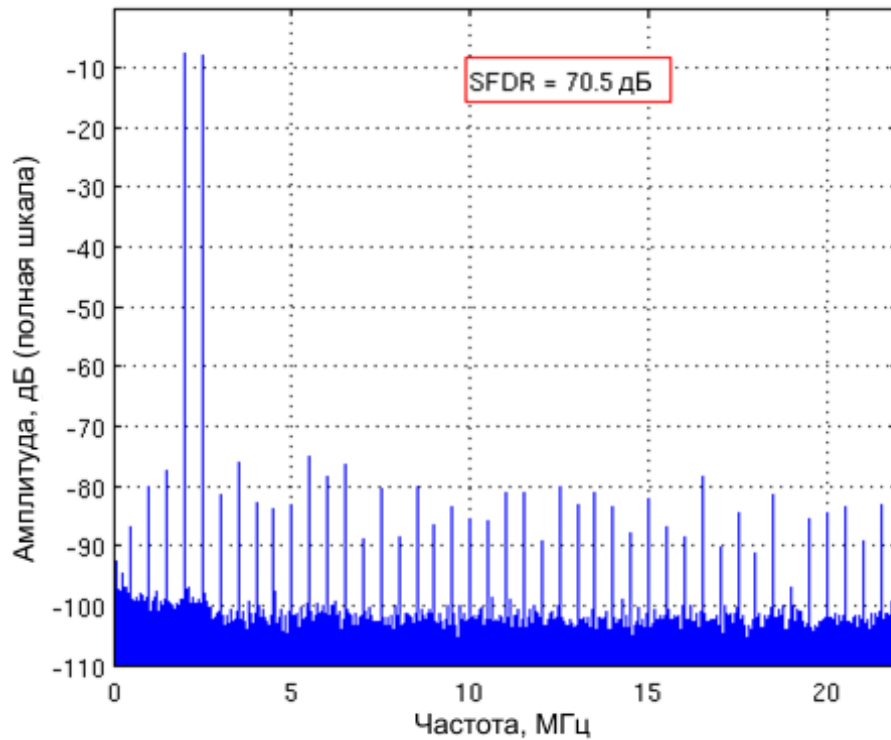
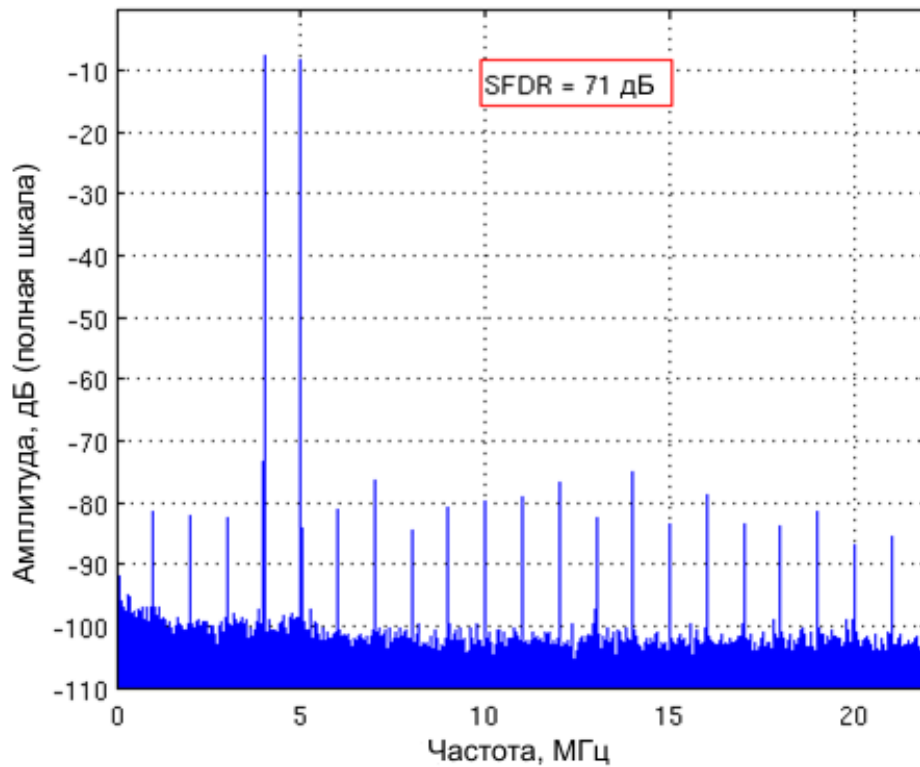


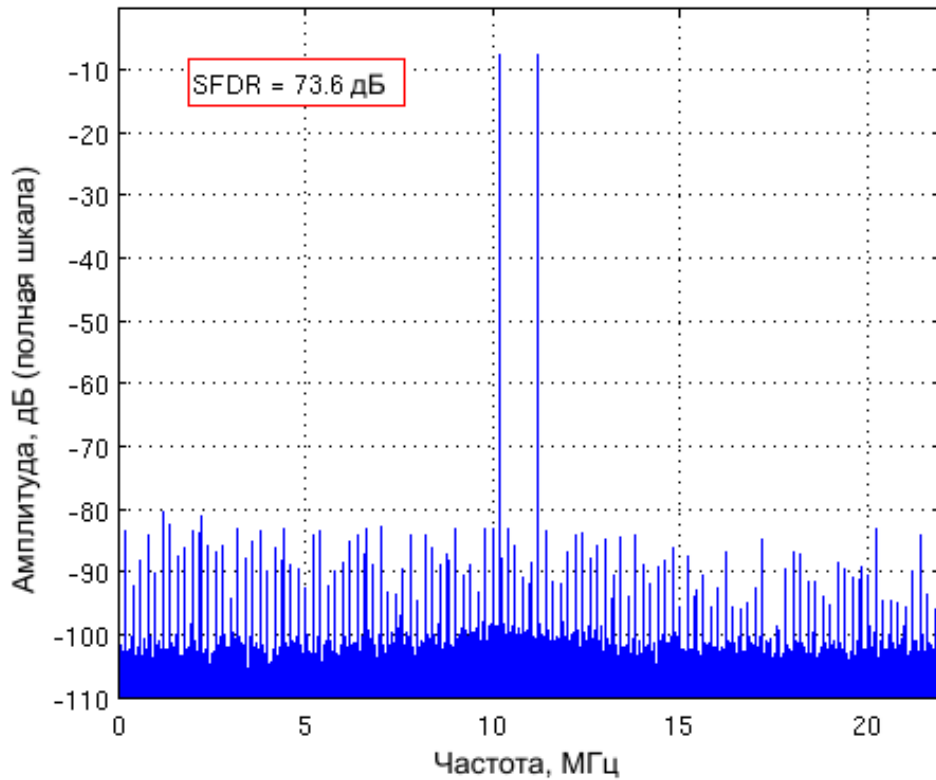
Рисунок 6: Зависимости SNR, THD и SFDR от амплитуды  
 входного сигнала при  $F_S = 44$  Мвыб/с



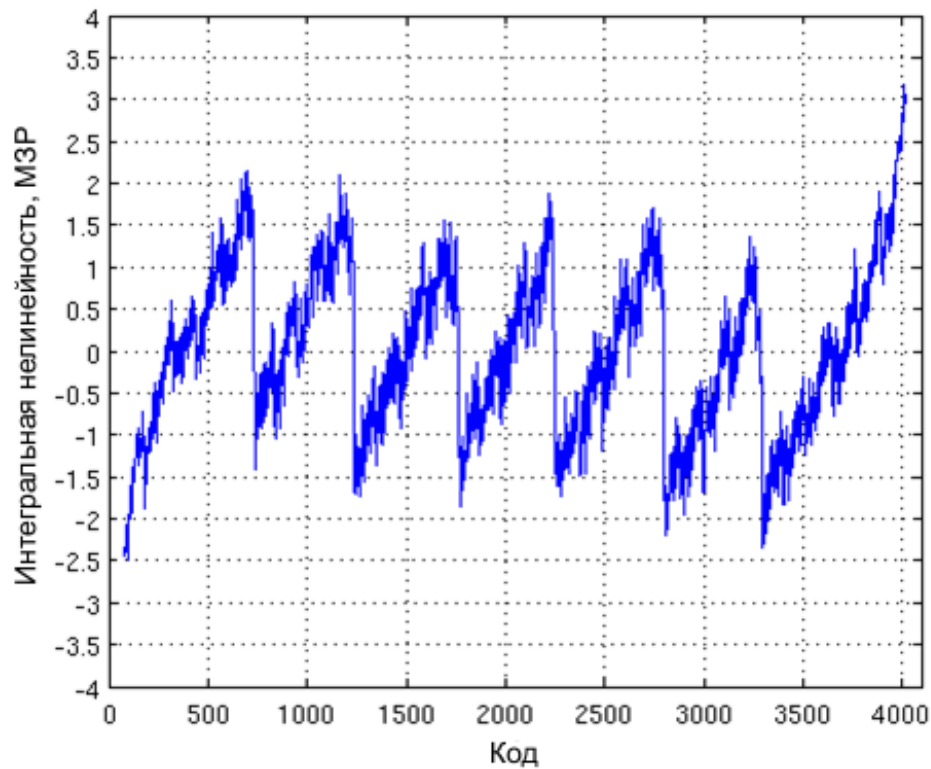
**Рисунок 7:** Двухтоновое БПФ при  $F_{IN1} = 2$  МГц,  $F_{IN2} = 2,5$  МГц,  
 $F_S = 44$  Мвыб/с,  $A_{IN1} = A_{IN2} = -7$  дБ (полная шкала)



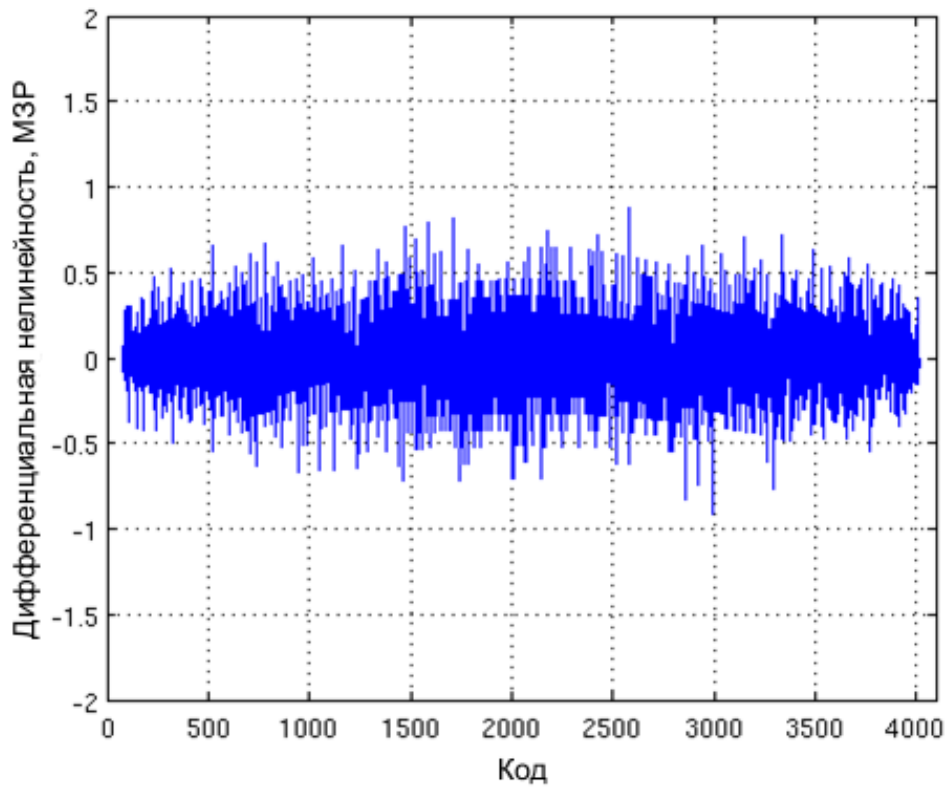
**Рисунок 8:** Двухтоновое БПФ при  $F_{IN1} = 4$  МГц,  $F_{IN2} = 5$  МГц,  
 $F_S = 44$  Мвыб/с,  $A_{IN1} = A_{IN2} = -7$  дБ (полная шкала)



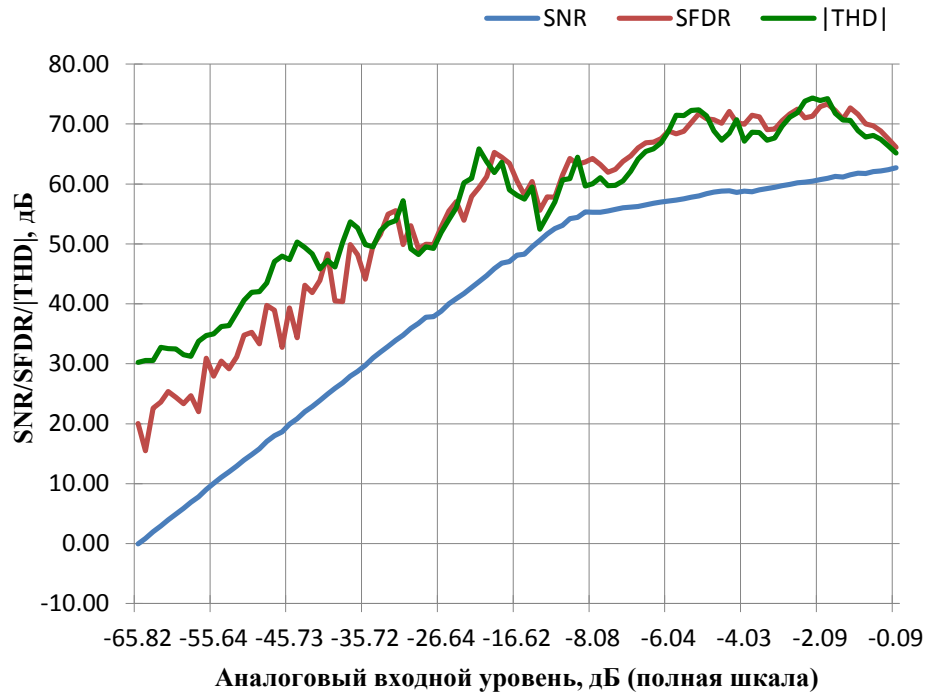
**Рисунок 9:** Двухтоновое БПФ при  $F_{IN1} = 10,2$  МГц,  $F_{IN2} = 11,2$  МГц,  $F_S = 44$  Мвыб/с,  $A_{IN1} = A_{IN2} = -7$  дБ (полная шкала)



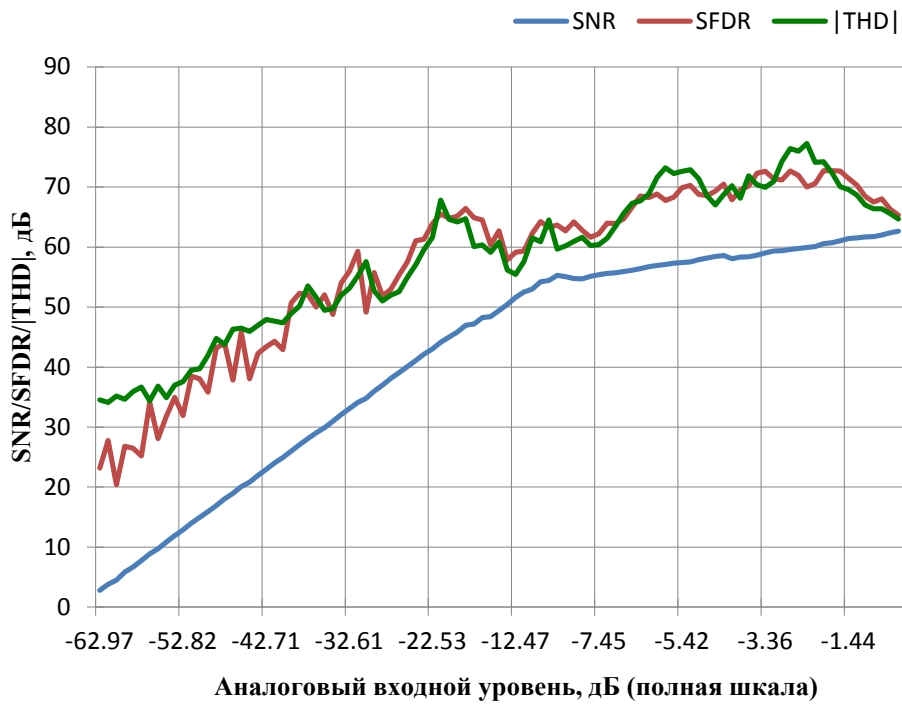
**Рисунок 10:** Интегральная нелинейность (INL),  $F_{IN} = 1,9$  МГц,  $F_S = 44$  Мвыб/с



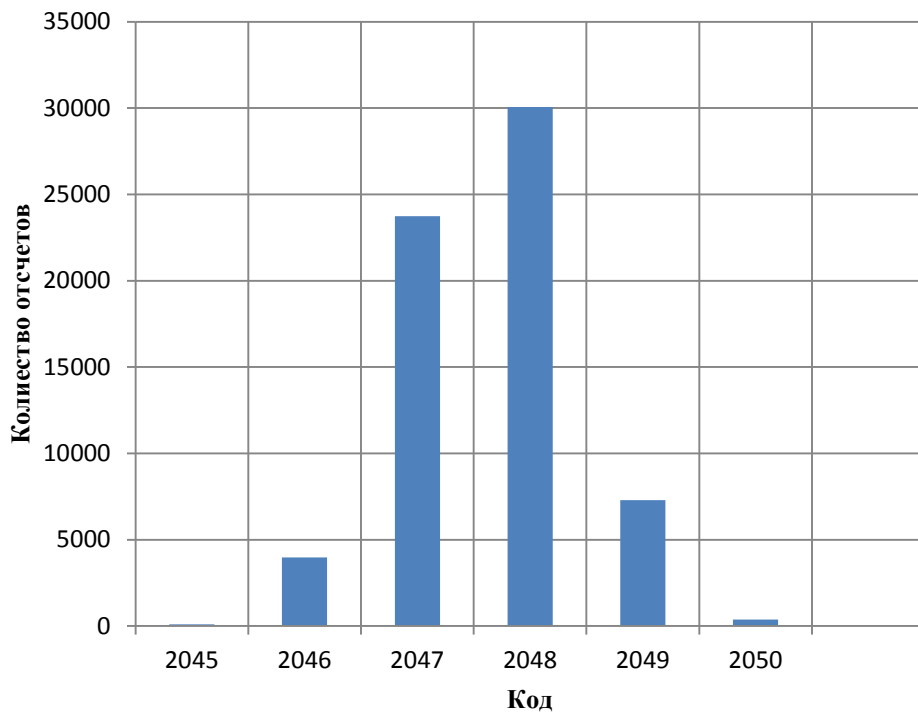
**Рисунок 11:** Дифференциальная нелинейность (DNL),  
 $F_{IN} = 1,9$  МГц,  $F_S = 44$  Мвыб/с



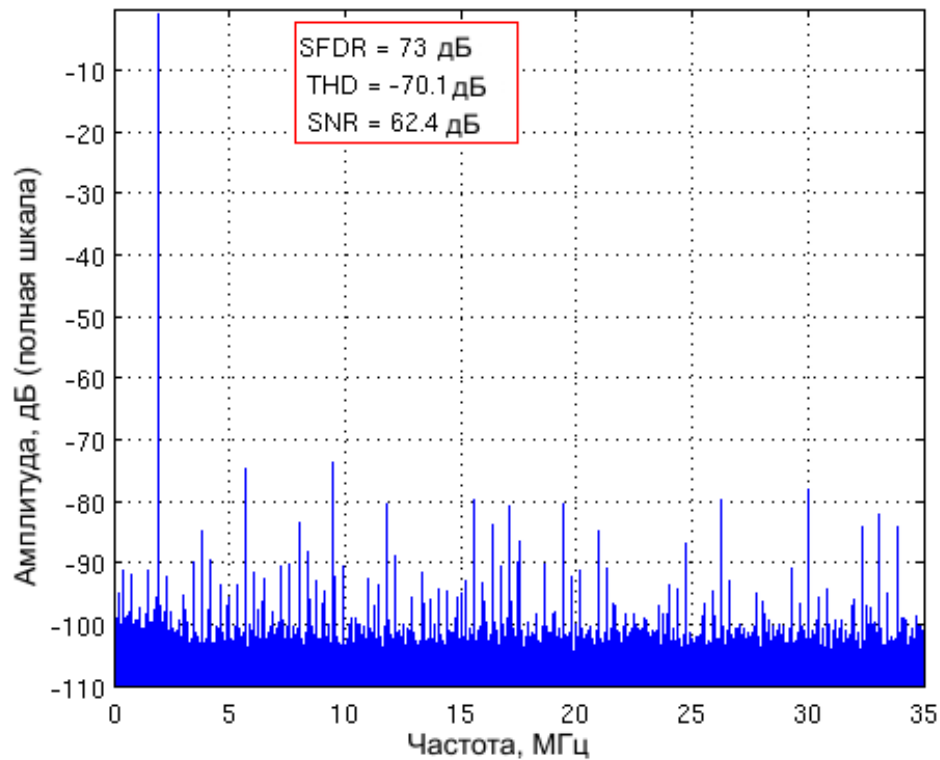
**Рисунок 12:** Зависимости SNR, THD и SFDR от амплитуды  
 аналогового входного уровня при  $F_{IN} = 1,9$  МГц,  $F_S = 44$  Мвыб/с



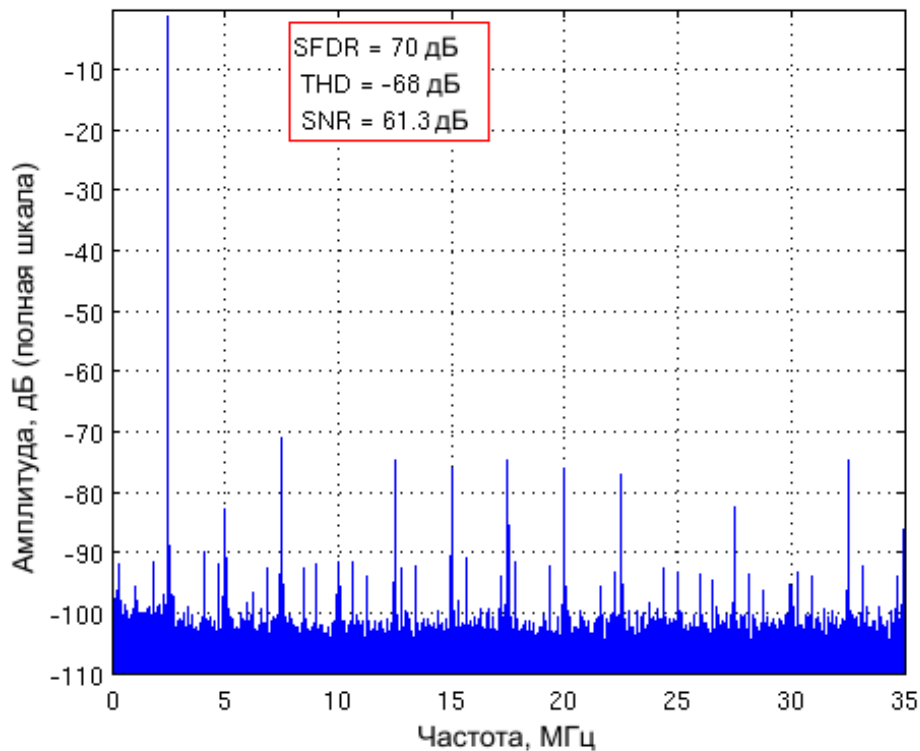
**Рисунок 13:** Зависимости SNR, THD и SFDR от амплитуды аналогового входного уровня при  $F_{IN} = 10,7$  МГц,  $F_S = 44$  Мвыб/с



**Рисунок 14:** Гистограмма выходного кода АЦП с заземленными входами при  $F_S = 44$  Мвыб/с



**Рисунок 15:** БПФ при  $F_{IN} = 1,9$  МГц,  
 $F_S = 70$  Мвыб/с,  $A_{IN} = -1$  дБ (полная шкала)



**Рисунок 16:** БПФ при  $F_{IN} = 2,5$  МГц,  
 $F_S = 70$  Мвыб/с,  $A_{IN} = -1$  дБ (полная шкала)

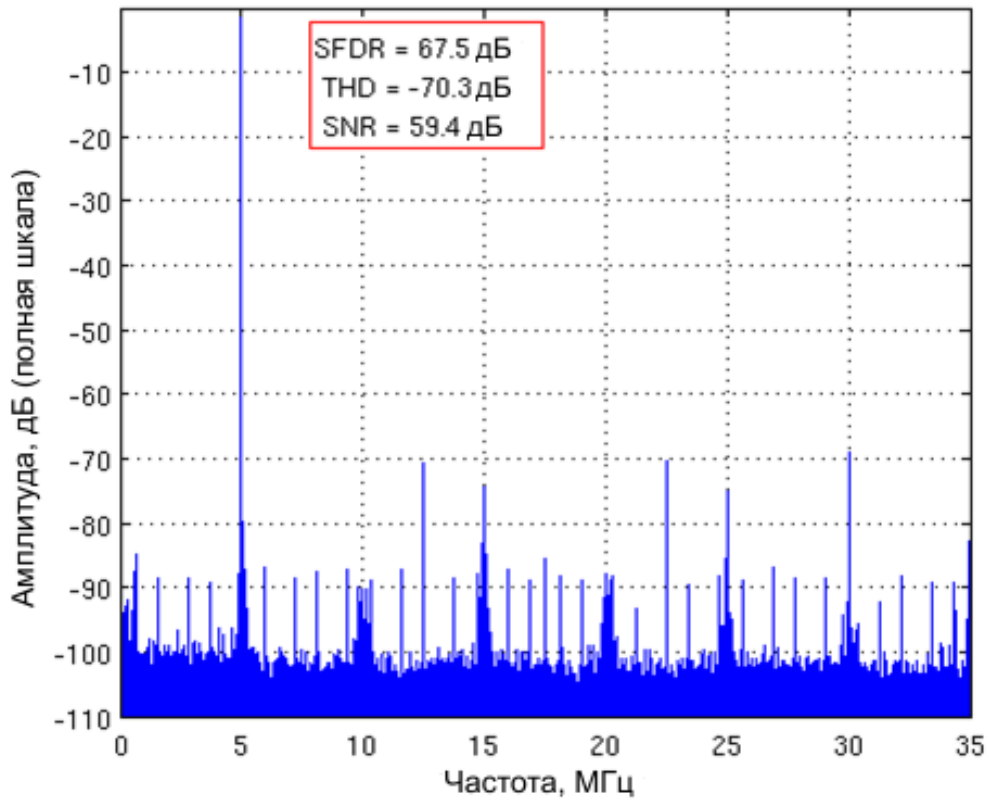


Рисунок 17: БПФ при  $F_{IN} = 5$  МГц,  
 $F_S = 70$  Мвыб/с,  $A_{IN} = -1$  дБ (полная шкала)

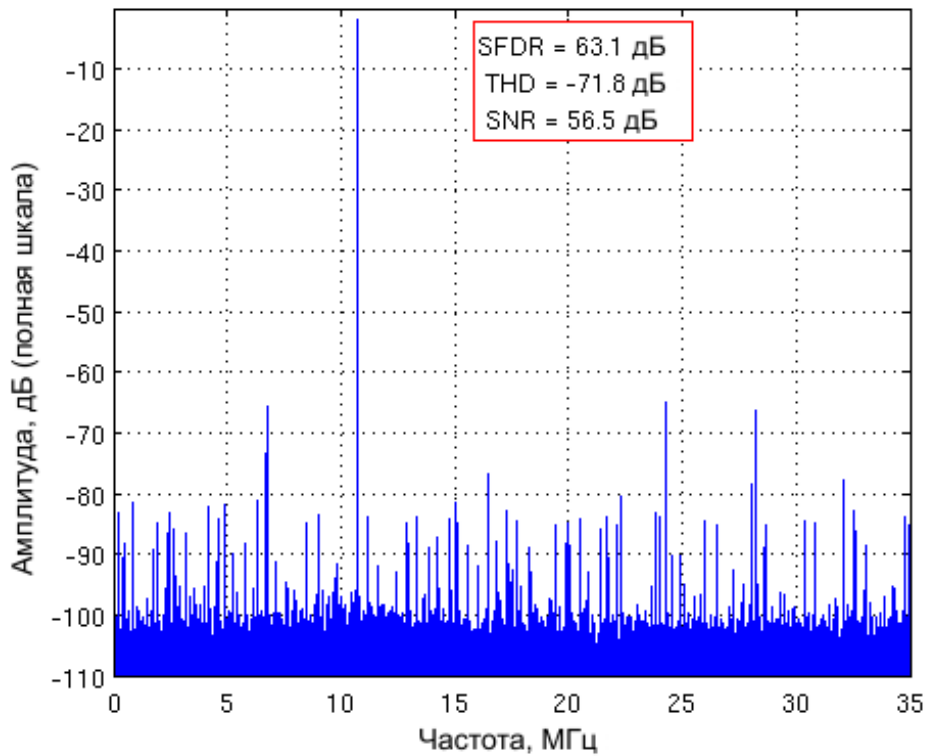
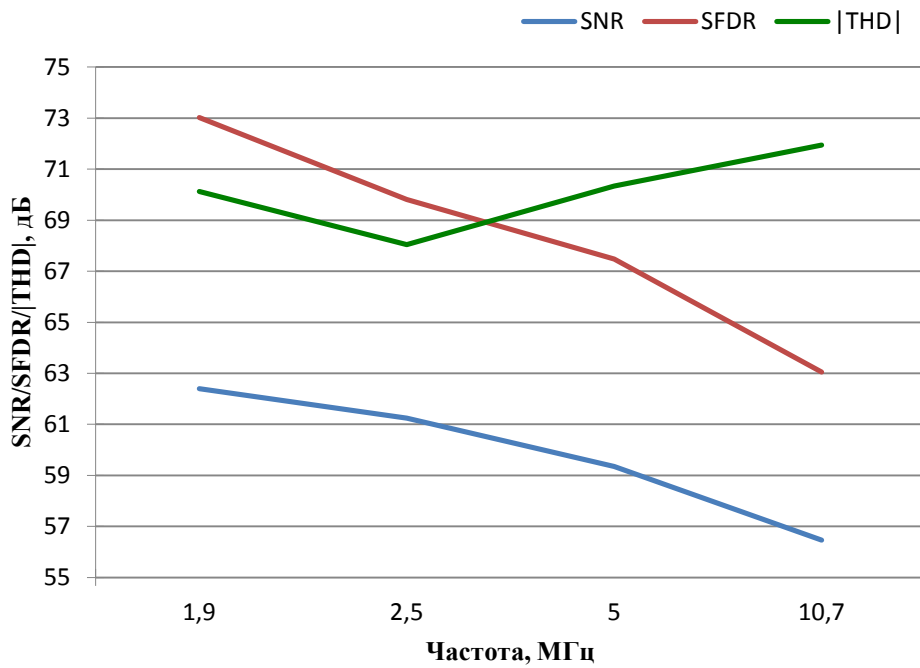
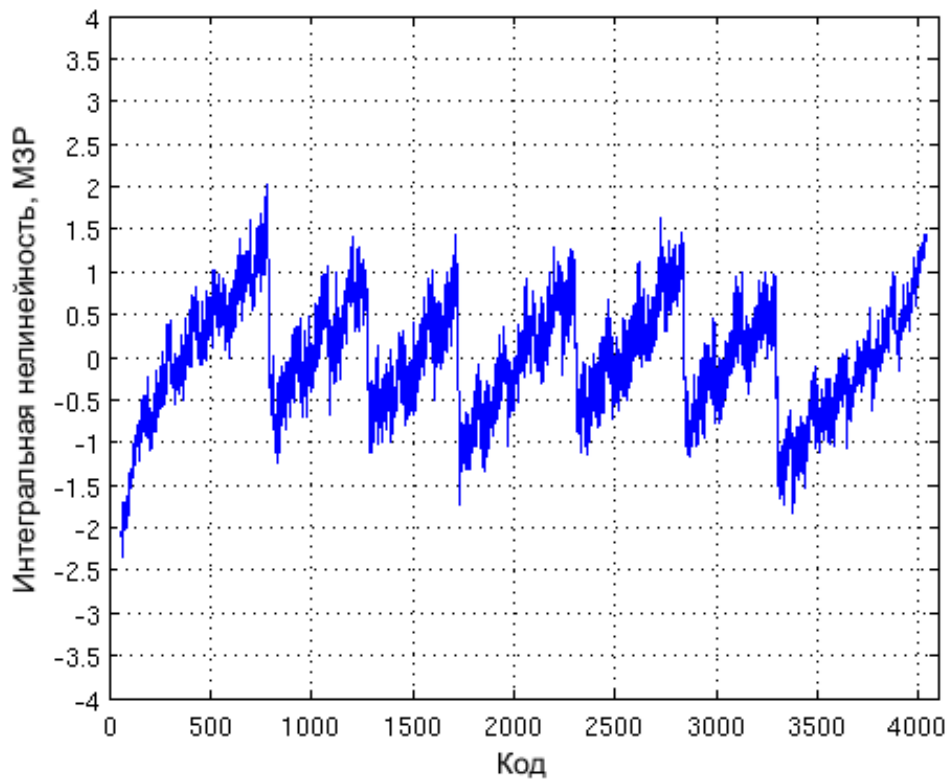


Рисунок 18: БПФ при  $F_{IN} = 10,7$  МГц,  
 $F_S = 70$  Мвыб/с,  $A_{IN} = -1$  дБ (полная шкала)

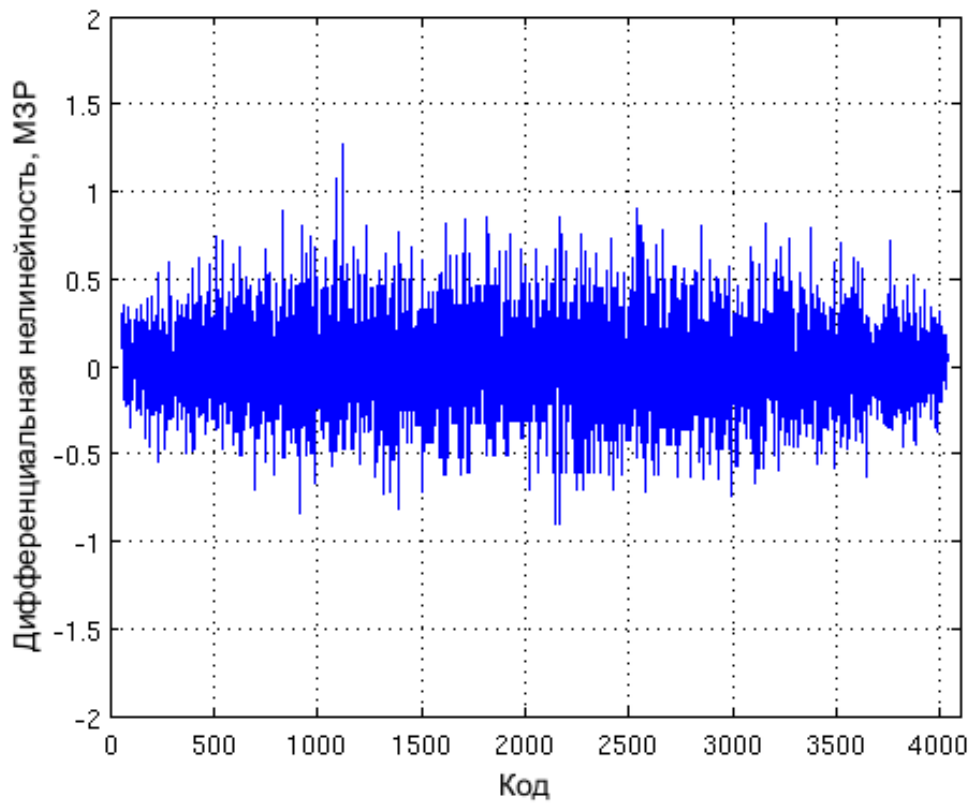


**Рисунок 19:** Зависимости SNR, THD и SFDR от амплитуды входного сигнала при  $F_S = 70$  Мвыб/с

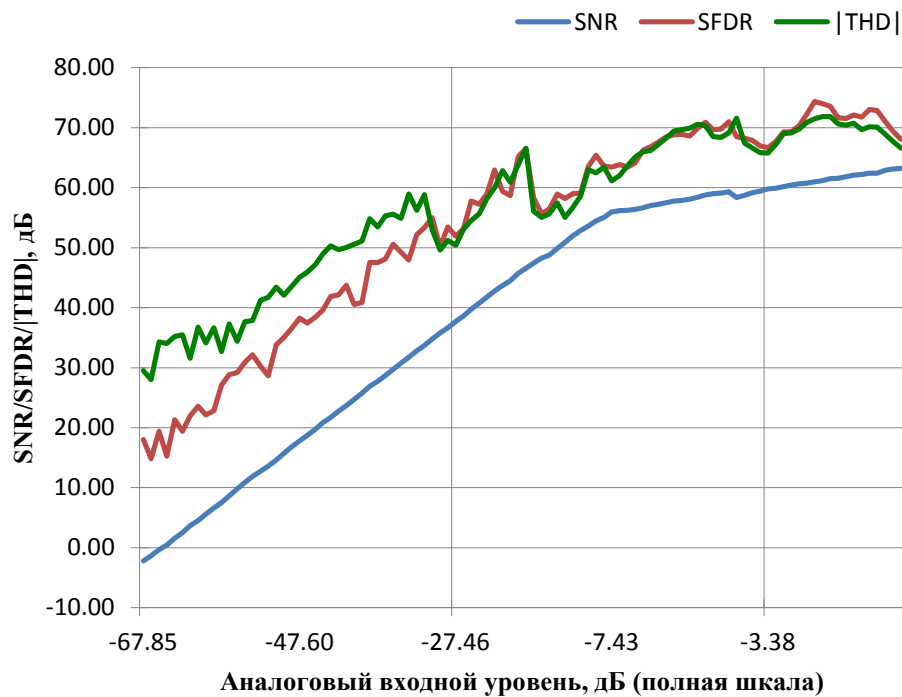


**Рисунок 20:** Интегральная нелинейность (INL),  
 $F_{IN} = 1,9$  Мвыб/с,  $F_S = 70$  МГц

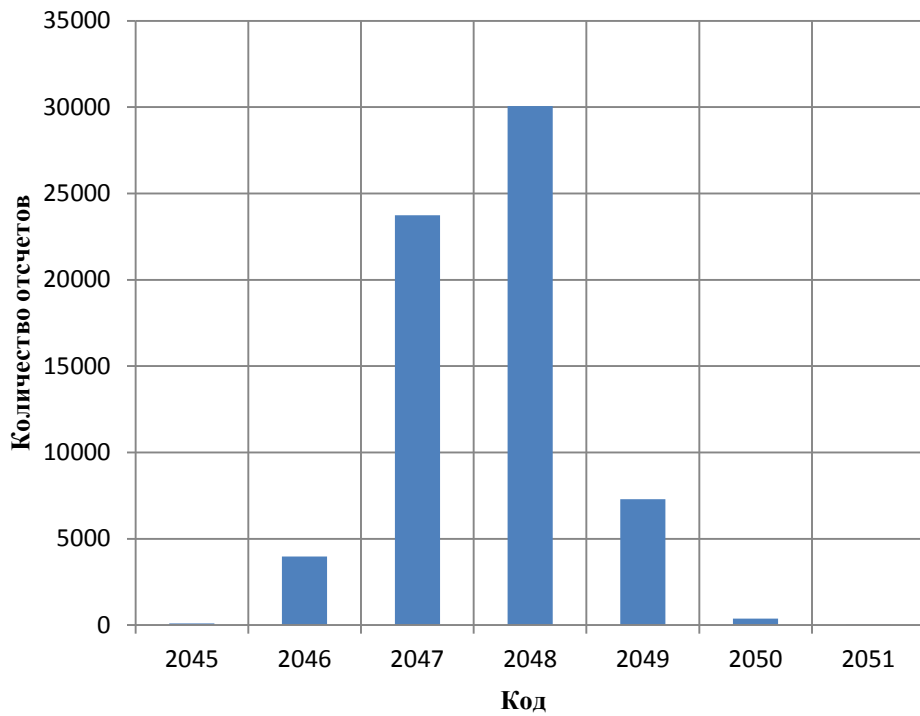




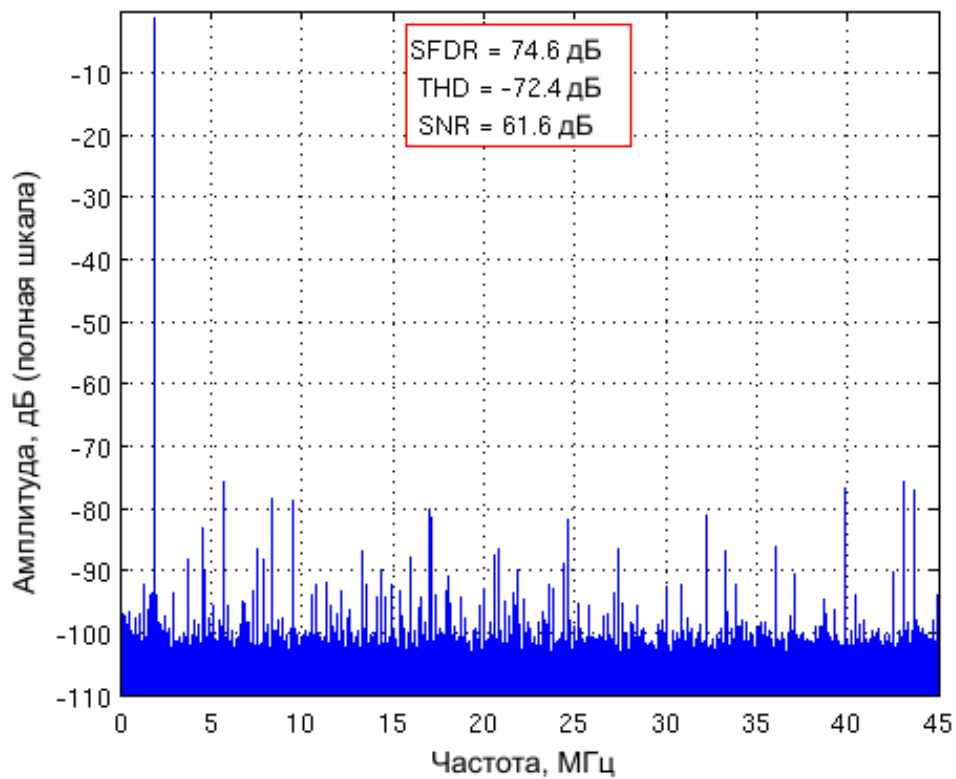
**Рисунок 21:** Дифференциальная нелинейность (DNL),  
 $F_{IN} = 1,9$  МГц,  $F_S = 70$  Мвыб/с



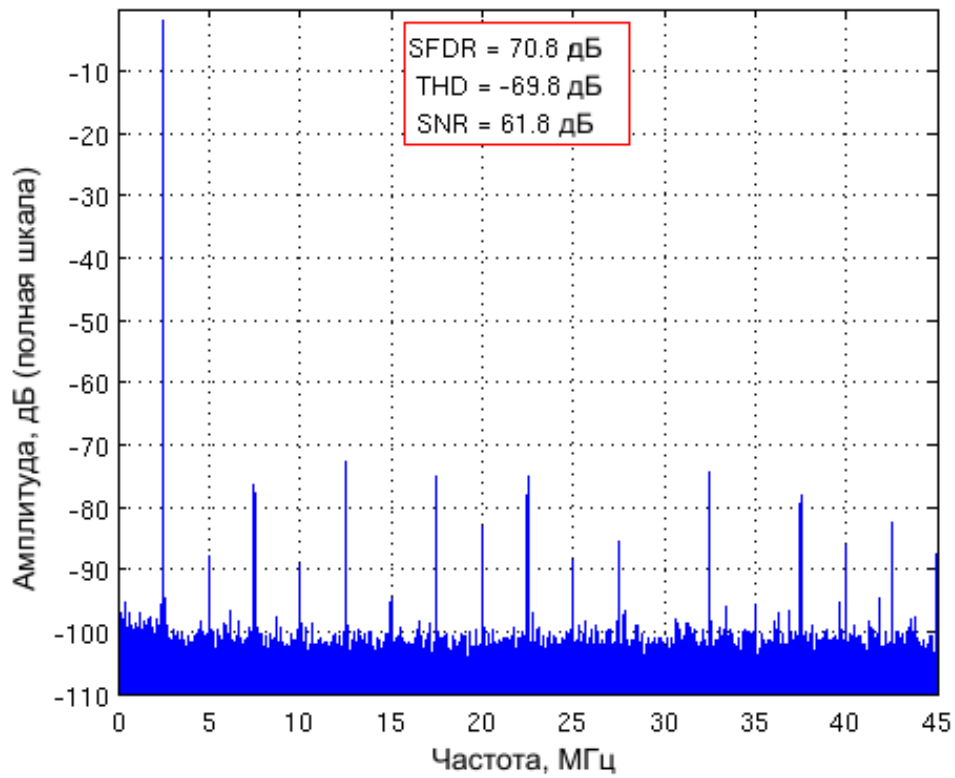
**Рисунок 22:** Зависимости SNR, THD и SFDR от изменения аналогового входного уровня при  
 $F_{IN} = 1,9$  МГц,  $F_S = 70$  Мвыб/с



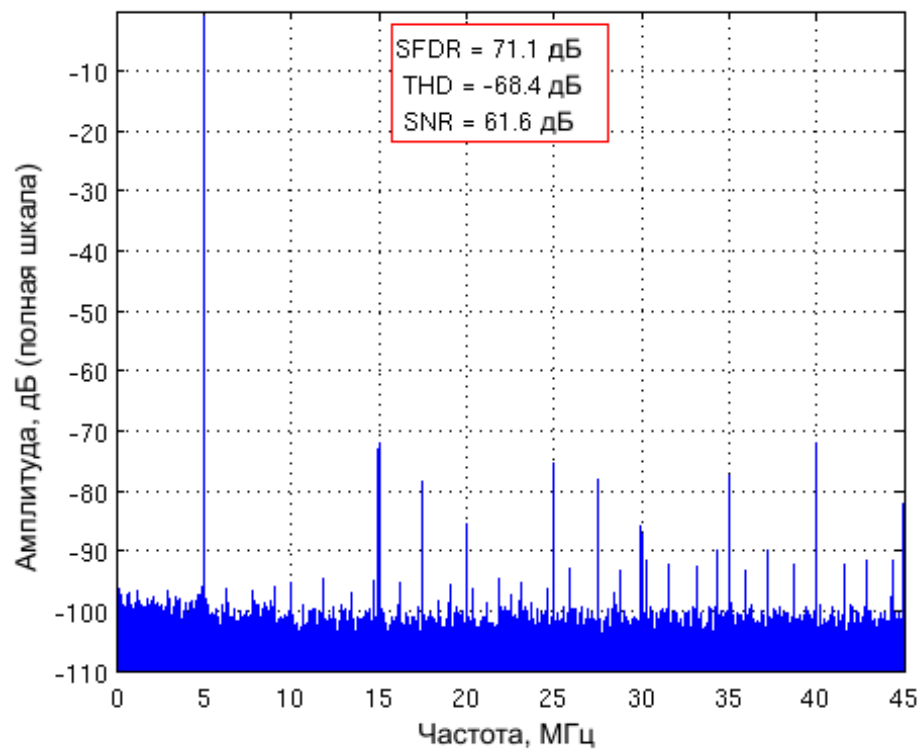
**Рисунок 23:** Гистограмма выходного кода АЦП с заземленными входами при  $F_S = 70$  Мвыб/с



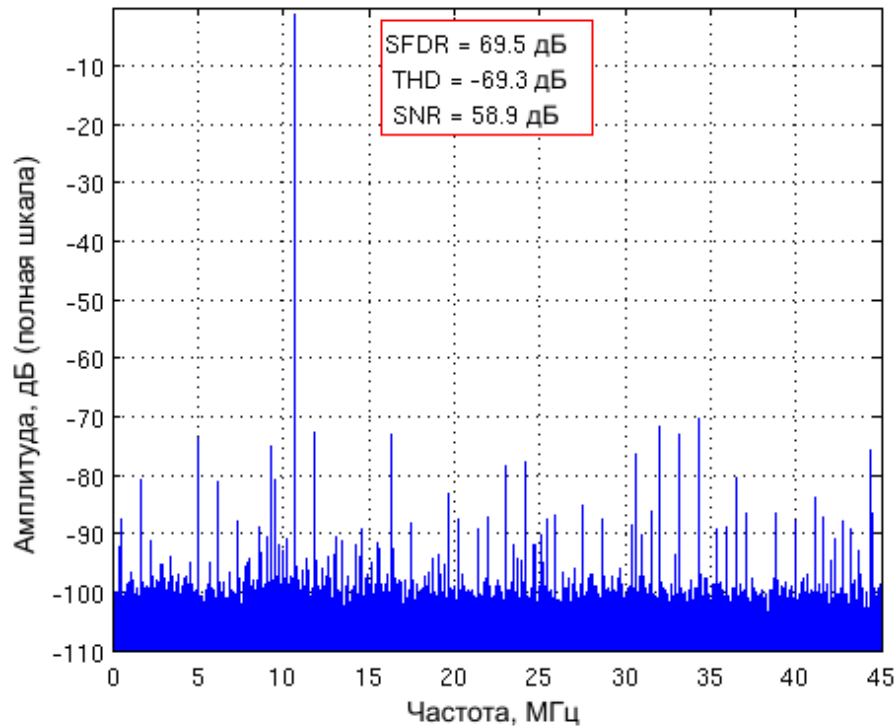
**Рисунок 24:** БПФ при  $F_{IN} = 1,9$  МГц,  
 $F_S = 90$  Мвыб/с,  $A_{IN} = -1$  дБ (полная шкала)



**Рисунок 25:** БПФ при  $F_{IN} = 2,5$  МГц,  
 $F_S = 90$  Мвыб/с,  $A_{IN} = -1$  дБ (полная шкала)



**Рисунок 26:** БПФ при  $F_{IN} = 5$  МГц,  
 $F_S = 90$  Мвыб/с,  $A_{IN} = -1$  дБ (полная шкала)



**Рисунок 27:** БПФ при  $F_{IN} = 10,7$  МГц,  
 $F_S = 90$  Мвыб/с,  $A_{IN} = -1$  дБ (полная шкала)

## 9 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

## СПИСОК ИЗМЕНЕНИЙ

От версии 1.0:

- Изменен заголовок 1
- Изменен заголовок 2
- Изменен заголовок 3
- Обновлен подзаголовок 7.2
- Изменен подзаголовок 7.3