СОГЛАСОВАНО
Начальник 166 ВП МО РФ

_____С.И. Перов

«_____»_____2006 г.

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ОАО «СКТБ ЭС»

_____ И.Е. Лобов

«_____»_____2006 г.

МИКРОСХЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ

1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ

**Техническое описание**

ГКДЯ.431320.004ТО

СОГЛАСОВАНО

Руководитель группы ВП

_____Ю.П. Петров

«_____»_____2006 г.

Главный конструктор ОКР

_____С.М. Кононов

«_____»_____2006 г.

Нормоконтроль

_____Н.И. Васина

«_____»_____2006 г.

| | |
|---|---|
| Подп. и дата | |
| Инв. № дубл. | |
| Взам. инв № | |
| Подп. и дата | |
| Инв. № подл. | |

## Содержание

1 Введение……. 3
2 Назначение.……..……...4
3 Основные технические характеристики…….…….…5
4 Условное графическое обозначение и назначение выводов ИС……..….……11
5 Описание работы микросхем …….....……..…….…14
5.1 Блок-схема микросхем…….....….…….……..…….…....14
5.2 Диапазон аналогового входного сигнала и его связь с опорным напряжением….17
5.3 Входной каскад преобразовываемого аналогового сигнала.....…….……..18
5.4 Внутренний источник опорного напряжения и входной каскад внешнего источника опорного напряжения …….….…25
5.5 Схемы формирования входного аналогового сигнала …….…….……..……28
5.5.1 Дифференциальный входной аналоговый сигнал……..…….30
5.5.1.1 Связь по переменному току через радиочастотный трансформатор……... 31
5.5.1.2 Связь по постоянному току с буферными каскадами на операционных усилителях ……..……32
5.5.2 Недифференциальный входной аналоговый сигнал……..……33
5.5.2.1 Связь по постоянному току. Выбор интерфейса……..…….....34
5.5.2.2 Связь по переменному току. Выбор интерфейса …….……36
5.5.3 Выбор операционного усилителя……. 39
5.6 Использование внутреннего источника опорного напряжения…….…… 41
5.6.1 Недифференциальный входной аналоговый сигнал с диапазоном от 0 до 2 × $U_{REF}$…….... 41
5.6.2 Недифференциальный или дифференциальный входной аналоговый сигнал с синфазным смещением 2,5 В…….….... 42
5.6.3 Установка значения внутреннего опорного напряжения с помощью внешних резисторов……..……43
5.7 Использование внешнего источника опорного напряжения……44
5.7.1 Изменение диапазона входного аналогового сигнала с синфазным смещением 2,5 В…… 45
5.7.2 Недифференциальный входной аналоговый сигнал с диапазоном от 0 до 2 × $U_{REF}$……...45
5.7.3 Недорогой маломощный внешний источник опорного напряжения……46
5.8 Цифровые входы и выходы…….……47
5.8.1 Цифровые выходы……..……47
5.8.2 Сигнал выхода за пределы диапазона (OTR)……...47
5.8.3 Некоторые замечания о выходных драйверах……..49
5.8.4 Синхросигнал……..…49
6 Указания по применению……..……... 51
6.1 Заземление и фильтрация питания……..……51
6.1.1 Аналоговая и цифровая «земля»……51
6.1.2 Фильтрация аналогового и цифрового питания……...51
6.2 Прямое преобразование сигнала промежуточной частоты с помощью ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ……..…….. 53

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. Инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

## 1 Введение

Настоящее техническое описание предназначено для изучения интегральных микросхем 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ и содержит описание принципа работы, технические характеристики и другие сведения, необходимые для обеспечения полного использования технических возможностей микросхем.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

## 2 Назначение

Интегральные микросхемы 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ АЕЯР.431320.473ТУ – это 14-ти разрядные аналого-цифровые преобразователи, с низким энергопотреблением, предназначенные для преобразования аналоговых сигналов в цифровые с частотой выборки до 3 МГц.

| Подп. и дата | |
|---|---|
| Инв. № дубл. | |
| Взам. Инв. № | |
| Подп. и дата | |
| Инв. № подл. | |

## 3 Основные технические характеристики

3.1 Значения электрических параметров микросхемы 1273ПВ2Т приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Электрические параметры микросхемы 1273ПВ2Т

| Наименование параметра, единица измерения, режим измерения | Буквенное обозначение параметра | Норма параметра | | Температура среды, °С |
|---|---|---|---|---|
| | | не менее | не более | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Выходное напряжение низкого уровня, В<br>при $U_{CCA}$ = 5 В±10 %, $U_{CCD}$ = 5 В±10 %, $U_{CCDD}$= 5 В±10 %, $I_{OL}$ = 1,6 мА | $U_{OL}$ | - | 0,4 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Выходное напряжение высокого уровня, В<br>при $U_{CCA}$ = 5 В±10 %, $U_{CCD}$ = 5 В±10 %, $U_{CCDD}$= 5 В±10 %, $I_{OH}$ = 0,5 мА | $U_{OH}$ | 2,4 | - | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Выходное напряжение внутреннего ИОН (режим 1 В), В<br>при $U_{CCA}$ = 5 В±10 %, $U_{CCD}$ = 5 В±10 %, $U_{CCDD}$= 5 В±10 %, $I_{REF}$ = 1 мА* | $U_{REF1}$ | 0,986 | 1,014 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Выходное напряжение внутреннего ИОН (режим 2,5 В), В<br>при $U_{CCA}$ = 5 В±10 %, $U_{CCD}$ = 5 В±10 %, $U_{CCDD}$= 5 В±5 %, $I_{REF}$ = 1 мА* | $U_{REF2}$ | 2,465 | 2,535 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Ток потребления аналоговой части, мА<br>при $U_{CCA}$ = 5 В±10 %, $U_{CCD}$ = 5 В±10 %, $U_{CCDD}$= 5 В±10 % | $I_{CCA}$ | - | 23 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Ток потребления цифровой части, мА<br>при $U_{CCA}$ = 5 В±10 %, $U_{CCD}$ = 5 В±10 %, $U_{CCDD}$= 5 В±5 % | $I_{CCD}$ | - | 5 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Ток потребления драйвера цифрового выхода, мА<br>при $U_{CCA}$ = 5 В±10 %, $U_{CCD}$ = 5 В±10 %, $U_{CCDD}$= 5 В±10 % | $I_{CCDD1}$ | - | 3 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Ток потребления драйвера цифрового выхода, мА<br>при $U_{CCA}$ = 5 В±5 %, $U_{CCD}$ = 5 В±5 %, $U_{CCDD}$= 5 В±5 % | $I_{CCDD2}$ | - | 1 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

*Продолжение таблицы 1*

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| Нелинейность, МР<br>при $U_{CCA}$ = 5 В±10 %, $U_{CCD}$ = 5 В±10 %,<br>$U_{CCDD}$= 5 В±10 %, $U_{REF}$ = 2,5 В,<br>$U_{INB}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц | $E_{L01\ 1}$ | −22 | 22 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Нелинейность, МР<br>при $U_{CCA}$ = 5 В±5 %, $U_{CCD}$ = 5 В±5 %,<br>$U_{CCDD}$= 5 В±5 %, $U_{REF}$ = 2,5 В,<br>$U_{INB}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц | $E_{L01\ 2}$ | −3,7 | 3,7 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Дифференциальная нелинейность, МР<br>при $U_{CCA}$ = 5 В±10 %, $U_{CCD}$ = 5 В±10 %,<br>$U_{CCDD}$= 5 В±10 %, $U_{REF}$ = 2,5 В,<br>$U_{INB}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц | $E_{LD1}$ | −14,5 | 14,5 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Дифференциальная нелинейность, МР<br>при $U_{CCA}$ = 5 В±5 %, $U_{CCD}$ = 5 В±5 %,<br>$U_{CCDD}$= 5 В±5 %, $U_{REF}$ = 2,5 В,<br>$U_{INB}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц | $E_{LD2}$ | −1,0 | 1,0 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Шумы, приведённые ко входу, среднеквадратическое значение (СКЗ), МР<br>при $U_{CCA}$ = 5 В±10 %, $U_{CCD}$ = 5 В±10 %,<br>$U_{CCDD}$= 5 В±10 %, $U_{REF}$ = 2,5 В,<br>$U_{INB}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц | $IRN_1$ | - | 1,9 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Шумы, приведённые ко входу, среднеквадратическое значение (СКЗ), МР<br>при $U_{CCA}$ = 5 В±5 %, $U_{CCD}$ = 5 В±5 %,<br>$U_{CCDD}$= 5 В±5 %, $U_{REF}$ = 2,5 В,<br>$U_{INB}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц | $IRN_2$ | - | 0,36 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Смещение, % от полной шкалы<br>при $U_{CCA}$ = 5 В±10 %, $U_{CCD}$ = 5 В±10 %,<br>$U_{CCDD}$= 5 В±10 %, $U_{REF}$ = 2,5 В,<br>$U_{INA}$=$U_{INB}$=2,5 В, $f_C$ = 3 МГц | $U_{IO}$ | - | 0,3 | 25±10 |
| Погрешность коэффициента усиления, % от полной шкалы<br>при $U_{CCA}$ = 5 В±10 %, $U_{CCD}$ = 5 В±10 %,<br>$U_{CCDD}$= 5 В±10 %, $U_{REF}$ = 2,5 В,<br>$U_{INB}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц | $GE^{**}$ | - | 0,75 | 25±10 |

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. Инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

*Продолжение таблицы 1*

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| Изменение диапазона полной шкалы, % от номинального значения полной шкалы при $U_{CCA}$ = 5 В±10 %, $U_{CCD}$ = 5 В±10 %, $U_{CCDD}$= 5 В±10 %, $U_{REF}$ = 2,5 В, $U_{INB}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц | $\delta FS_{PS1}$ | - | 0,2 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Изменение диапазона полной шкалы, % от номинального значения полной шкалы при $U_{CCA}$ = 5 В±5 %, $U_{CCD}$ = 5 В±5 %, $U_{CCDD}$= 5 В±5 %, $U_{REF}$ = 2,5 В, $U_{INB}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц | $\delta FS_{PS2}$ | - | 0,1 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Отношение сигнала к шуму и искажениям, дБ при $U_{CCA}$ = 5 В±10 %, $U_{CCD}$ = 5 В±10 %, $U_{CCDD}$= 5 В±10 %, $U_{REF}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц, $f_I$ = 0,5 МГц, $U_{AMP}$ = 0,94 от полной шкалы, режим дифференциальный | $SINAD_1$ | 44 | - | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Отношение сигнала к шуму и искажениям, дБ при $U_{CCA}$ = 5 В±5 %, $U_{CCD}$ = 5 В±5 %, $U_{CCDD}$= 5 В±5 %, $U_{REF}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц, $f_I$ = 0,5 МГц, $U_{AMP}$ = 0,94 от полной шкалы, режим дифференциальный | $SINAD_2$ | 75 | - | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Отношение сигнал/шум, дБ при $U_{CCA}$ = 5 В±10 %, $U_{CCD}$ = 5 В±10 %, $U_{CCDD}$= 5 В±10 %, $U_{REF}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц, $f_I$ = 0,5 МГц, $U_{AMP}$ = 0,94 от полной шкалы, режим дифференциальный | $SNR_1$ | 45 | - | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Отношение сигнал/шум, дБ при $U_{CCA}$ = 5 В±5 %, $U_{CCD}$ = 5 В±5 %, $U_{CCDD}$= 5 В±5 %, $U_{REF}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц, $f_I$ = 0,5 МГц, $U_{AMP}$ = 0,94 от полной шкалы, режим дифференциальный | $SNR_2$ | 76 | - | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

*Продолжение таблицы 1*

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| Полные гармонические искажения, дБ при $U_{CCA}$ = 5 В±10 %, $U_{CCD}$ = 5 В±10 %, $U_{CCDD}$= 5 В±10 %, $U_{REF}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц, $f_I$ = 0,5 МГц, $U_{AMP}$ = 0,94 от полной шкалы, режим дифференциальный | $THD_1$ | - | −55 | 25±10<br>−60±3<br>85±3 |
| Полные гармонические искажения, дБ при $U_{CCA}$ = 5 В±5 %, $U_{CCD}$ = 5 В±5 %, $U_{CCDD}$= 5 В±5 %, $U_{REF}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц, $f_I$ = 0,5 МГц, $U_{AMP}$ = 0,94 от полной шкалы, режим дифференциальный | $THD_2$ | - | −78 | 25±10<br>−60±3<br>85±3 |
| Эффективная разрядность, бит при $U_{CCA}$ = 5 В±10 %, $U_{CCD}$ = 5 В±10 %, $U_{CCDD}$= 5 В±10 %, $U_{REF}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц, $f_I$ = 0,5 МГц, $U_{AMP}$ = 0,94 от полной шкалы, режим дифференциальный | $ENOB_1$ | 7,0 | - | 25±10<br>−60±3<br>85±3 |
| Эффективная разрядность, бит при $U_{CCA}$ = 5 В±5 %, $U_{CCD}$ = 5 В±5 %, $U_{CCDD}$= 5 В±5 %, $U_{REF}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц, $f_I$ = 0,5 МГц, $U_{AMP}$ = 0,94 от полной шкалы, режим дифференциальный | $ENOB_2$ | 12,3 | - | 25±10<br>−60±3<br>85±3 |
| Максимальная частота преобразования, МГц при $U_{CCA}$ = 5 В±10 %, $U_{CCD}$ = 5 В±10 %, $U_{CCDD}$= 5 В±10 %, $U_{REF}$ = 2,5 В, | $f_C$ | 3 | - | 25±10<br>−60±3<br>85±3 |
| Число разрядов, бит | n | 14 | | 25±10<br>−60±3<br>85±3 |

* Ток во внешнюю цепь, который должен обеспечивать источник опорного напряжения (ИОН) сверх тока, потребляемого собственно микросхемой.

** Без учёта ошибки внутреннего ИОН.

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. Инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

3.1.1 Значения электрических параметров микросхемы 1273ПВ2АТ приведены в таблице 1а.

Таблица 1а – Электрические параметры микросхемы 1273ПВ2АТ

| Наименование параметра, единица измерения, режим измерения | Буквенное обозначение параметра | Норма параметра | | Температура среды, °С |
|---|---|---|---|---|
| | | не менее | не более | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Выходное напряжение низкого уровня, В при $U_{CCA}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCDD}$ = 5 В ± 5 %, $I_{OL}$ = 1,6 мА | $U_{OL}$ | – | 0,4 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Выходное напряжение высокого уровня, В при $U_{CCA}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCDD}$ = 5 В ± 5 %, $I_{OH}$ = 0,5 мА | $U_{OH}$ | 2,4 | – | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Выходное напряжение внутреннего ИОН (режим 1 В), В при $U_{CCA}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCDD}$ = 5 В ± 5 %, $I_{REF}$ = 1 мА* | $U_{REF1}$ | 0,986 | 1,014 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Выходное напряжение внутреннего ИОН (режим 2,5 В), В при $U_{CCA}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCDD}$ = 5 В ± 5 %, $I_{REF}$ = 1 мА* | $U_{REF2}$ | 2,465 | 2,535 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Ток потребления аналоговой части, мА при $U_{CCA}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCDD}$ = 5 В ± 5 % | $I_{CCA}$ | – | 23 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Ток потребления цифровой части, мА при $U_{CCA}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCDD}$ = 5 В ± 5 % | $I_{CCD}$ | – | 5 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Ток потребления драйвера цифрового выхода, мА при $U_{CCA}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCDD}$ = 5 В ± 5 % | $I_{CCDD}$ | – | 4 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Нелинейность, МР при $U_{CCA}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCDD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{REF}$ = 2,5 В, $U_{INB}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц | $E_{L01}$ | –3,7 | 3,7 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. Инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

*Продолжение таблицы 1а*

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| Дифференциальная нелинейность, МР при $U_{CCA}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCDD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{REF}$ = 2,5 В, $U_{INB}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц | $E_{LD}$ | −1,0 | 1,0 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Шумы, приведённые ко входу, среднеквадратическое значение (СКЗ), МР при $U_{CCA}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCDD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{REF}$ = 2,5 В, $U_{INB}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц | IRN | – | 0,36 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Смещение, % от полной шкалы при $U_{CCA}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCDD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{REF}$ = 2,5 В, $U_{INA}$=$U_{INB}$=2,5 В, $f_C$ = 3 МГц | $U_{IO}$ | – | 0,3 | 25±10 |
| Погрешность коэффициента усиления, % от полной шкалы при $U_{CCA}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCDD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{REF}$ = 2,5 В, $U_{INB}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц | GE** | – | 0,75 | 25±10 |
| Изменение диапазона полной шкалы, % от номинального значения полной шкалы при $U_{CCA}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCDD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{REF}$ = 2,5 В, $U_{INB}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц | $\delta FS_{PS}$ | – | 0,2 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Отношение сигнала к шуму и искажениям, дБ при $U_{CCA}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCDD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{REF}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц, $f_I$ = 0,5 МГц, $U_{AMP}$ = 0,94 от полной шкалы, режим дифференциальный | SINAD | 71 | – | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Отношение сигнал/шум, дБ при $U_{CCA}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCDD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{REF}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц, $f_I$ = 0,5 МГц, $U_{AMP}$ = 0,94 от полной шкалы, режим дифференциальный | SNR | 73 | – | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

*Окончание таблицы 1а*

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| Полные гармонические искажения, дБ при $U_{CCA}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCDD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{REF}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц, $f_I$ = 0,5 МГц, $U_{AMP}$ = 0,94 от полной шкалы, режим дифференциальный | THD | – | −74 | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Эффективная разрядность, бит при $U_{CCA}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCDD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{REF}$ = 2,5 В, $f_C$ = 3 МГц, $f_I$ = 0,5 МГц, $U_{AMP}$ = 0,94 от полной шкалы, режим дифференциальный | ENOB | 11,5 | – | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Максимальная частота преобразования, МГц при $U_{CCA}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCD}$ = 5 В ± 5 %, $U_{CCDD}$= 5 В ± 5 %, $U_{REF}$ = 2,5 В | $f_C$ | 3 | – | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |
| Число разрядов, бит | n | 14 | – | 25±10<br>–60±3<br>85±3 |

* Ток во внешнюю цепь, который должен обеспечивать источник опорного напряжения (ИОН) сверх тока, потребляемого собственно микросхемой.

** Без учёта ошибки внутреннего ИОН.

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. Инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

3.2 Предельно допустимые режимы эксплуатации микросхем 1273ПВ2Т приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Предельно допустимые режимы эксплуатации микросхем

| Наименование параметра режима, единица измерения | Буквенное обозначение параметра | Предельно допустимый режим | |
|---|---|---|---|
| | | не менее | не более |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Напряжение питания цифровой части, В | $U_{CCD}$ | 4,5 | 5,5 |
| Напряжение питания аналоговой части, В | $U_{CCA}$ | 4,5 | 5,5 |
| Напряжение питания драйвера цифрового выхода, В | $U_{CCDD}$ | 4,5 | 5,5 |
| Входное напряжение (двойное амплитудное значение), В | $U_{IN}$ | 0 | 5,0 |
| Входное напряжение (на каждом из входов), В | $U_{INA}$, $U_{INB}$ | 0 | $U_{CCA}$ |
| Входное напряжение низкого уровня, В [1)] | $U_{IL}$ | 0 | 1,0 |
| Входное напряжение высокого уровня, В [1)] | $U_{IH}$ | 3,5 | $U_{CCD}$ + 0,3 |
| Внешнее опорное напряжение, В | $U_{REF}$ | 1[2)] | 2,5[2)] |

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. Инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Продолжение таблицы 2

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
| Выходной ток низкого уровня, мА | $I_{OL}$ | - | 1,6 |
| Выходной ток высокого уровня, мА | $I_{OH}$ | - | 0,5 |
| Период тактовых импульсов, нс | $T_C$ | 333 | - |
| Длительность тактовых импульсов, нс | $t_{WHC}$, $t_{WLC}$ | 150 | - |
| Максимальная рассеиваемая мощность, мВт | $P_{tot}$ | - | 145 |
| Ёмкость нагрузки, пФ | $C_L$ | - | 20 |

[1)] Напряжение, подаваемое на выводы «вход тактовой частоты – CLK».

[2)] Значения нижней и верхней границ предельно-допустимых значений внешнего опорного напряжения совпадают с соответствующими значениями внутреннего источника опорного напряжения.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

3.2.1 Предельно допустимые режимы эксплуатации микросхем 1273ПВ2АТ приведены в таблице 2а.

Таблица 2а – Предельно допустимые режимы эксплуатации микросхем 1273ПВ2АТ

| Наименование параметра режима, единица измерения | Буквенное обозначение параметра | Предельно допустимый режим | |
|---|---|---|---|
| | | не менее | не более |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Напряжение питания цифровой части, В | $U_{CCD}$ | 4,75 | 5,25 |
| Напряжение питания аналоговой части, В | $U_{CCA}$ | 4,75 | 5,25 |
| Напряжение питания драйвера цифрового выхода, В | $U_{CCDD}$ | 4,75 | 5,25 |
| Входное напряжение (двойное амплитудное значение), В | $U_{IN}$ | 0 | 5,0 |
| Входное напряжение (на каждом из входов), В | $U_{INA}$, $U_{INB}$ | 0 | $U_{CCA}$ |
| Входное напряжение низкого уровня, В [1)] | $U_{IL}$ | 0 | 1,0 |
| Входное напряжение высокого уровня, В [1)] | $U_{IH}$ | 3,5 | $U_{CCD}$+0,3 |
| Внешнее опорное напряжение, В | $U_{REF}$ | 1[2)] | 2,5[2)] |
| Выходной ток, низкого уровня, мА | $I_{OL}$ | – | 1,6 |
| Выходной ток, высокого уровня, мА | $I_{OH}$ | – | 0,5 |
| Период тактовых импульсов, нс | $T_C$ | 333 | – |
| Длительность тактовых импульсов, нс | $t_{WH_C}$, $t_{WL_C}$ | 150 | – |
| Максимальная рассеиваемая мощность, мВт | $P_{tot}$ | – | 145 |
| Ёмкость нагрузки, пФ | $C_L$ | – | 20 |

[1)] Напряжение, подаваемое на выводы «вход тактовой частоты – CLK».

[2)] Значения нижней и верхней границ предельно-допустимых значений внешнего опорного напряжения совпадает с соответствующими значениями внутреннего источника опорного напряжения.

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. Инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

## 4 Условное графическое обозначение и назначение выводов ИС

4.1 Условное графическое обозначение микросхем приведено на рисунке 1.

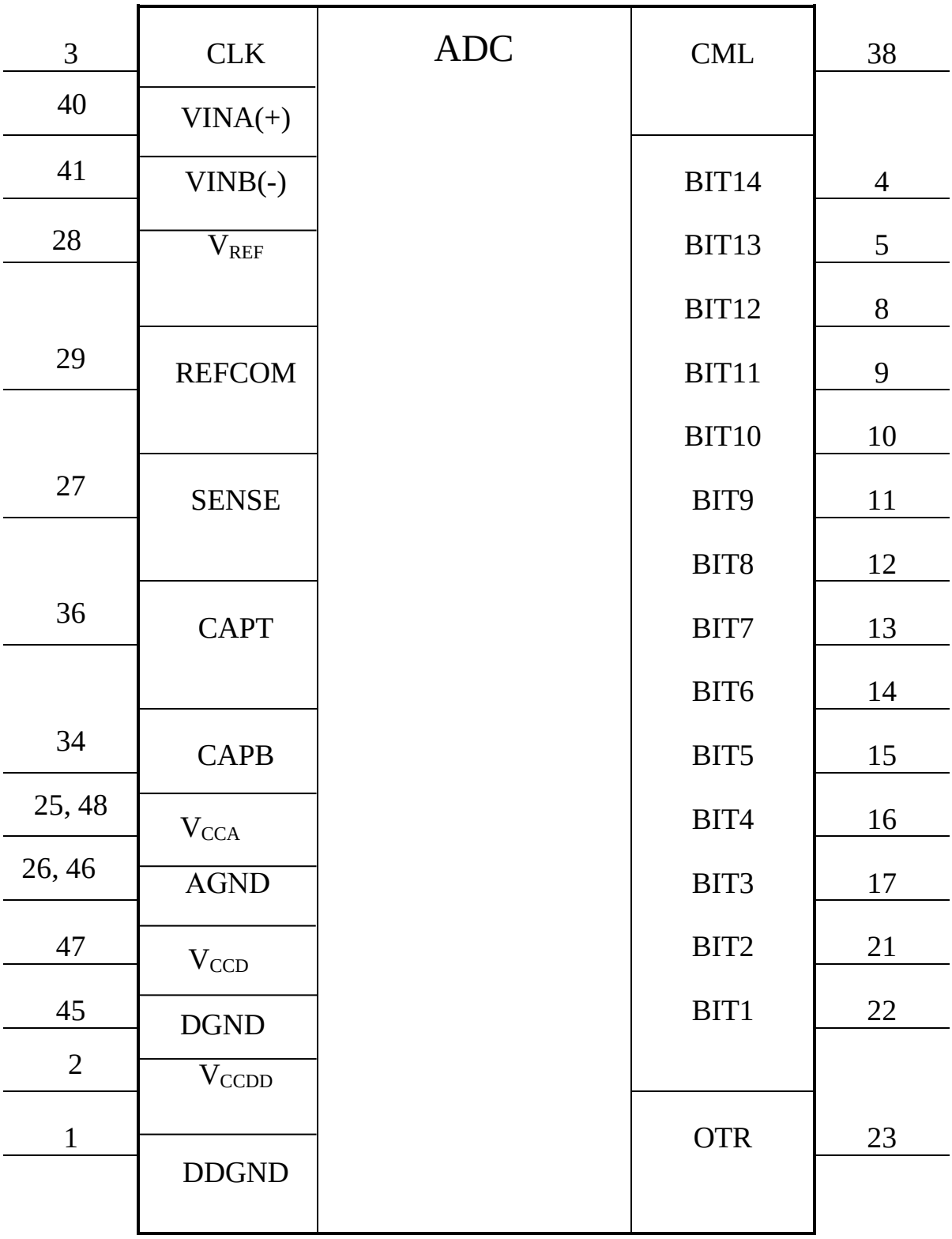



Рисунок 1 – Условное графическое обозначение ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

4.2 Назначение выводов ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ приведено в таблице 3.

Таблица 3 – Функциональное назначение выводов микросхем

| Номер вывода | Обозначение | Назначение вывода |
|---|---|---|
| 1 | DDGND | Цифровой «общий» выходных драйверов. «Общий» источника питания цифровых цепей выходных драйверов |
| 2 | $V_{CCDD}$ | Напряжение питания 5 В цифровых цепей выходных драйверов |
| 3 | CLK | Логический вход тактового сигнала. |
| 4 | BIT14 | Логический выход. Младший значащий разряд (МЗР) выходных данных (14 разряд) |
| 5 | BIT13 | Логический выход данных – 13 разряд |
| 6 | NC | Не используется |
| 7 | DNC | Не используется. Не допускается подключение внешних связей |
| 8 | BIT12 | Логический выход данных – 12 разряд |
| 9 | BIT11 | Логический выход данных – 11 разряд |
| 10 | BIT10 | Логический выход данных – 10 разряд |
| 11 | BIT9 | Логический выход данных – 9 разряд |
| 12 | BIT8 | Логический выход данных – 8 разряд |
| 13 | BIT7 | Логический выход данных – 7 разряд |
| 14 | BIT6 | Логический выход данных – 6 разряд |
| 15 | BIT5 | Логический выход данных – 5 разряд |
| 16 | BIT4 | Логический выход данных – 4 разряд |
| 17 | BIT3 | Логический выход данных – 3 разряд |
| 18 | DNC | Не используется. Не допускается подключение внешних связей |
| 19 | DNC | Не используется. Не допускается подключение внешних связей |
| 20 | DNC | Не используется. Не допускается подключение внешних связей |
| 21 | BIT2 | Логический выход данных – 2 разряд |
| 22 | BIT1 | Логический выход данных – 1 разряд (старший значащий разряд – СЗР) |

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

*Окончание таблицы 3*

| Номер вывода | Обозначение | Назначение вывода |
|---|---|---|
| 23 | OTR | Логический выход. Активен высоким уровнем при выходе входного аналогового сигнала за пределы диапазона |
| 24 | NC | Не используется |
| 25 | $V_{CCA}$ | Напряжение питания 5 В аналоговых цепей ИС |
| 26 | AGND | Аналоговый «общий». «Общий» источника питания аналоговых цепей ИС |
| 27 | SENSE | Логический вход. Управляет выбором источника опорного напряжения (внутренний/внешний) и выбором режима внутреннего ИОН |
| 28 | $V_{REF}$ | Аналоговый выход/вход опорного напряжения |
| 29 | REFCOM | Общий провод источника опорного напряжения |
| 30 | NC | Не используется |
| 31 | NC | Не используется |
| 32 | NC | Не используется |
| 33 | NC | Не используется |
| 34 | CAPB | Вывод для подключения отрицательной обкладки конденсатора фильтрации опорного напряжения |
| 35 | NC | Не используется |
| 36 | CAPT | Вывод для подключения положительной обкладки конденсатора фильтрации опорного напряжения |
| 37 | NC | Не используется |
| 38 | CML | Аналоговый выход. Выдаёт напряжение, равное половине аналогового питания |
| 39 | NC | Не используется |
| 40 | VINA | Неинвертирующий аналоговый вход |
| 41 | VINB | Инвертирующий аналоговый вход |
| 42 | NC | Не используется |
| 43 | NC | Не используется |
| 44 | NC | Не используется |
| 45 | DGND | Цифровой «общий». «Общий» источника питания цифровых цепей ИС |
| 46 | AGND | Аналоговый общий». «Общий» источника питания аналоговых цепей ИС |
| 47 | $V_{CCD}$ | Напряжение питания 5 В цифровых цепей ИС |
| 48 | $V_{CCA}$ | Напряжение питания 5 В аналоговых цепей ИС |

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

## 5 Описание работы микросхем

### 5.1 Блок-схема микросхем

ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ – это 14-разрядный аналого-цифровой преобразователь (АЦП) с частотой выборки 3 МГц, работающий от одного источника питания. АЦП выполнен по недорогой, быстродействующей КМОП технологии и по новой архитектуре, что позволило достичь уровня разрешения и быстродействия существующих гибридных реализаций при меньшей потребляемой мощности и стоимости. Это законченный, монолитный АЦП на одном кристалле с хорошими характеристиками, малошумящим усилителем выборки и хранения и программируемым источником опорного напряжения. Внешнее опорное напряжение также может быть использовано для обеспечения наилучших статических характеристик точности и температурного дрейфа в определенных применениях. Прибор использует многокаскадную, дифференциальную, конвейерную архитектуру с применением логической цифровой схемы коррекции ошибок выходного кода, что гарантирует отсутствие пропуска кодов во всем рабочем температурном диапазоне. Блок-схема ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ представлена на рисунке 2.

Входной диапазон 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ является очень гибким, что позволяет легко встраивать микросхему в системы изображений, связи, сбора данных, а также медицинского оборудования. Полностью дифференциальная структура входа позволяет использовать как недифференциальные, так и дифференциальные входные сигналы разных диапазонов. Усилитель выборки и хранения (УВХ) равным образом подходит как для мультиплексных систем, в которых применяются разные диапазоны входного напряжения в разных каналах, так и для систем с единственным входным каналом. Выборки могут выполняться на частотах до частоты Найквиста и выше её. Кроме того, 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ хорошо подходит для систем коммуникации, выполняя прямое преобразование промежуточной частоты, так как УВХ в дифференциальном режиме может достигать исключительных динамических характеристик в полосе частот, значительно превышающей его специфицированную полосу частот 1,5 МГц, которая определяется частотой Найквиста.

Один тактовый входной сигнал используется для управления всеми внутренними циклами преобразования. Выходные цифровые данные представлены в прямом двоичном коде. Сигнал выхода за пределы диапазона (OTR) указывает, что произошло переполнение. Сигнал OTR может быть использован совместно со значением старшего разряда данных для определения конкретной границы переполнения.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

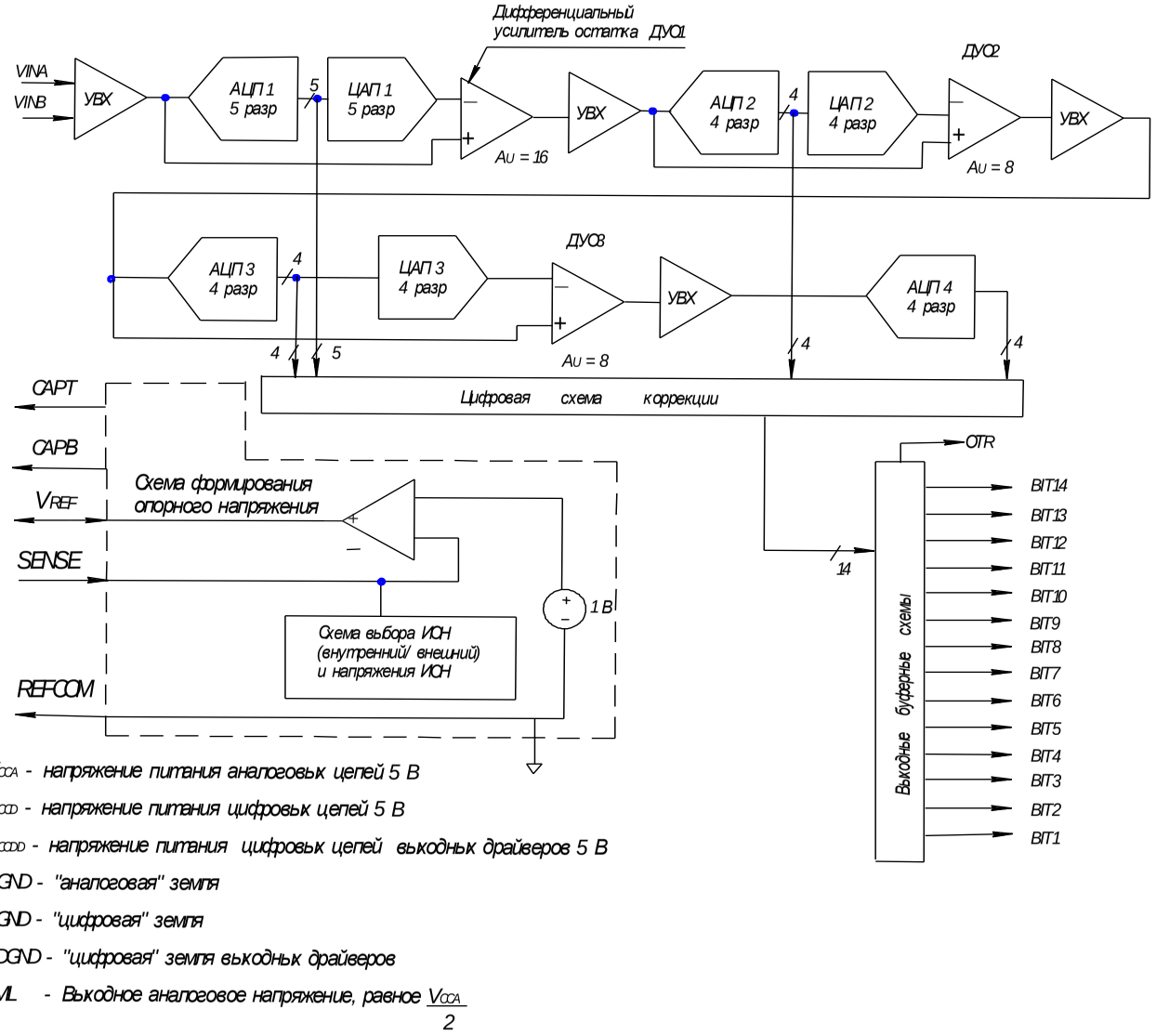
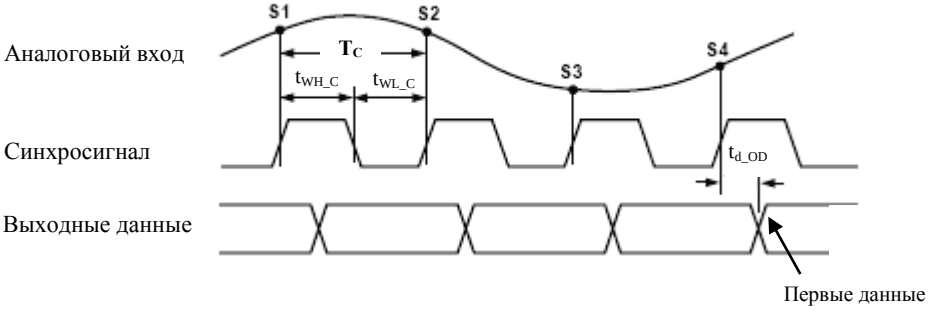



Рисунок 2 – Структурная электрическая схема 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ

ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ используют четырехкаскадную, конвейерную архитектуру с широкополосным входным усилителем выборки и хранения (УВХ). Каждый каскад конвейера, за исключением последнего, состоит из АЦП параллельного кодирования с малым разрешением, подключенного к ЦАП на переключающих конденсаторах, и межкаскадного дифференциального усилителя остатка (ДУО). Усилитель остатка усиливает разницу между восстановленным аналоговым значением на выходе ЦАП и входным аналоговым сигналом каскада для подачи усиленной разницы на вход следующего каскада в конвейере. В каждом из каскадов, кроме первого, один избыточный цифровой разряд АЦП (ЦАП) используется для осуществления цифровой коррекции ошибки АЦП параллельного кодирования. Последний каскад представляет собой просто АЦП параллельного кодирования.

Конвейерная архитектура обеспечивает высокую скорость преобразования за счет задержки на конвейере. Это означает: несмотря на то, что преобразователь способен захватывать новую выборку на каждом цикле тактового сигнала, фактически требуется три тактовых цикла для того, чтобы преобразование было полностью завершено и появилось на выходе. Эта задержка не является проблемой для большинства применений. Цифровой выход вместе с сигналом-индикатором выхода за пределы диапазона (OTR) фиксируется в выходном буфере и выводится из микросхемы.

ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ используют оба фронта тактового импульса в своих внутренних схемах синхронизации (см. рисунок 3). АЦП делает выборку из входного аналогового сигнала нарастающим фронтом тактового сигнала. В течение низкого уровня синхросигнала (между спадающим и нарастающим фронтом тактового сигнала) входной усилитель УВХ находится в режиме выборки; в течение высокого уровня синхросигнала он находится в режиме хранения. Помехи в системе непосредственно перед фронтом нарастания тактового сигнала и/или излишняя фазовая нестабильность тактового сигнала может привести к тому, что усилитель УВХ выберет неправильное значение. Поэтому они должны быть минимизированы.




$t_{d_OD}$ - время задержки выходных данных.

Рисунок 3 – Временная диаграмма работы ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ (время выборок входного аналогового сигнала и формирования выходного цифрового сигнала)

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

5.2 Диапазон аналогового входного сигнала и его связь с опорным напряжением

На рисунке 4 представлена упрощенная модель ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ, показывающая взаимосвязь аналоговых входных сигналов VINA, VINB и опорного напряжения на выводе $V_{REF}$. Подобно напряжению, подаваемому в верхнюю часть резисторной цепочки в АЦП параллельного кодирования, величина $U_{REF}$ определяет максимальное входное напряжение для ядра АЦП. Минимальное входное напряжение для ядра АЦП автоматически определяется как величина минус $U_{REF}$.

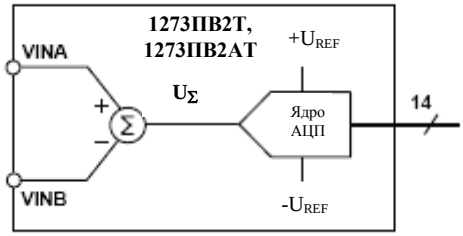



Рисунок 4 – Эквивалентная функциональная схема входной цепи ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ

Использование дифференциального входного сигнала дает пользователю дополнительные возможности, которые недоступны в традиционных преобразователях параллельного кодирования. Входной каскад позволяет пользователю легко конфигурировать входы как для работы с входным недифференциальным напряжением, так и для работы с входным дифференциальным напряжением. Дифференциальная структура входа АЦП позволяет варьировать смещение входного сигнала по постоянному току независимо от размаха входного напряжения преобразователя. Входной сигнал к ядру АЦП является разностью напряжений, подаваемых на входы VINA и VINB.

Следовательно, уравнение

$$U_{\Sigma} = U_{INA} - U_{INB} \qquad (1)$$

определяет входной сигнал в ядро АЦП.

Напряжение $U_{\Sigma}$ должно удовлетворять условию:

$$-U_{REF} \le U_{\Sigma} \le U_{REF}\ , \qquad (2)$$

где $U_{REF}$ – это напряжение на выводе $V_{REF}$.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Существует бесконечное число комбинаций, удовлетворяющих уравнению (2), однако имеется дополнительное ограничение, налагаемое на входы со стороны напряжения питания ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ. Напряжение источника питания ограничивает допустимый рабочий диапазон напряжений на входах VINA и VINB. Условия ограничения:

$$(U_{AGND} - 0{,}3)\ \text{В} < U_{INA} < (U_{CCA} + 0{,}3)\ \text{В} \qquad (3)$$
$$(U_{AGND} - 0{,}3)\ \text{В} < U_{INB} < (U_{CCA} + 0{,}3)\ \text{В},$$

где $U_{AGND}$ номинально равно 0 В, а $U_{CCA}$ номинально равно 5 В. Таким образом, допустимыми значениями входных сигналов VINA и VINB являются любые значения, которые удовлетворяют обоим уравнениям (2) и (3).

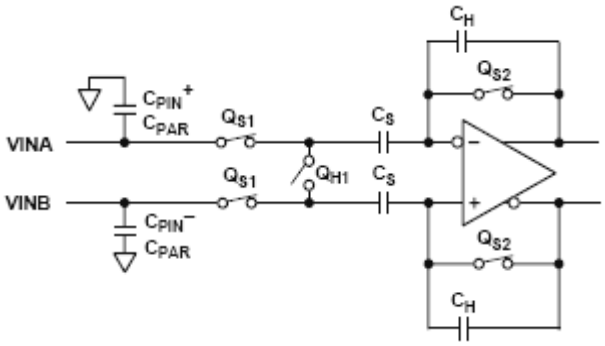
Дополнительная информация, показывающая соотношение между напряжениями на выводах VINA, VINB, $V_{REF}$ и цифровым выходом ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ приведена в таблице 7.

В таблицах 4 и 5 даны различные варианты использования ИС с разными диапазонами аналоговых входных сигналов и соответствующими им значениями опорного напряжения.

### 5.3 Входной каскад преобразовываемого аналогового сигнала

На рисунке 5 показана упрощенная эквивалентная схема входного аналогового каскада ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ на основе дифференциального усилителя выборки и хранения (УВХ). Структура дифференциального входного усилителя УВХ очень гибкая, что позволяет конфигурировать прибор, как для дифференциального входного сигнала, так и для недифференциального. Постоянное смещение или синфазное напряжение на входе (входах) может быть установлено для работы в системах, использующих как один, так и два источника питания. Кроме того, следует отметить, что аналоговые входы VINA и VINB являются взаимозаменяемыми, с учетом того, что перемена входных сигналов на выводах VINA и VINB приводит к инверсии полярности.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.




$Q_{S1}$, $Q_{S2}$ – ключи ёмкости $C_S$ (замкнуты в режиме слежения);
$Q_{H1}$ – ключ ёмкости хранения (замкнут в режиме хранения);
$C_{PIN}^{+}$ − ёмкость вывода VINA;
$C_{PIN}^{-}$ − ёмкость вывода VINB;
$C_{PAR}$ – паразитная ёмкость;
$C_S$ – ёмкость выборки;
$C_H$ – ёмкость хранения.

Рисунок 5 – Упрощенная принципиальная схема входного аналогового каскада ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ

Входной усилитель выборки и хранения УВХ микросхем 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ оптимизирован для соответствия наиболее жестким требованиям, предъявляемым к АЦП, применяемым в сфере связи, передачи изображений и сбора данных, и, при этом, имеет низкую рассеиваемую мощность. На рисунке 6 представлен график полосы пропускания сигнала полной мощности ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ (типовое значение 40 МГц). Следует отметить, что полоса пропускания малого сигнала такая же, как полоса пропускания сигнала полной мощности. Время установления выходного сигнала с точностью 0,0025 % при подаче на вход ступенчатого сигнала полной шкалы показано на рисунке 7 и оно имеет типовое значение 80 нс. Значение шума, приведенного к входу, имеет среднеквадратическое значение (СКЗ) 0,36 МР. Гистограмма шума ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ приведенного к входу изображена на рисунке 8 при нулевом входном напряжении.

Оптимальные характеристики усилителя УВХ в плане искажений для дифференциального и недифференциального входного сигнала достигаются при следующих двух условиях:

а) синфазное напряжение центрируется относительно среднего значения напряжения питания (т.е. $U_{CCA}/2$ или примерно 2,5 В);

б) размах напряжения входного сигнала усилителя УВХ устанавливается равным наименьшему значению (т.е. размах 2 В на входе).

Причиной этому то, что ключи выборки $Q_{S1}$ являются КМОП ключами, чье сопротивление $R_{ON}$ очень мало, но зависит от сигнала, что вызывает частотно зависимые динамические искажения, когда УВХ находится в режиме слежения.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Сопротивление КМОП ключа $R_{ON}$ обычно имеет самое низкое значение при подаче на его вход напряжения, равного половине напряжения питания, но возрастает симметрично по мере приближения входного сигнала к величине $U_{CCA}$ или величине $U_{AGND}$. Уменьшение размаха входного сигнала, центрированного относительно половины напряжения питания, снижает степень изменения $R_{ON}$.

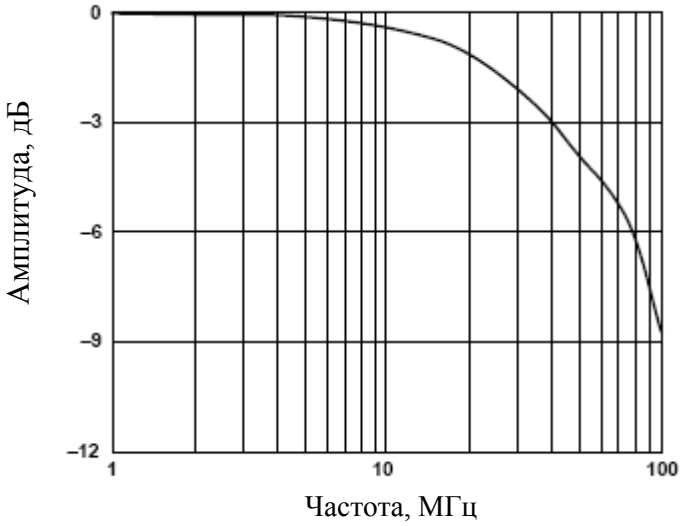



Рисунок 6 – Полоса пропускания сигнала полной мощности

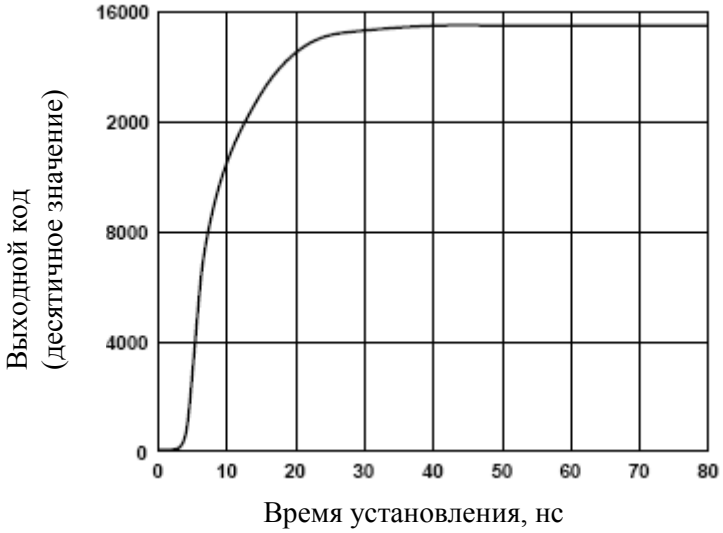
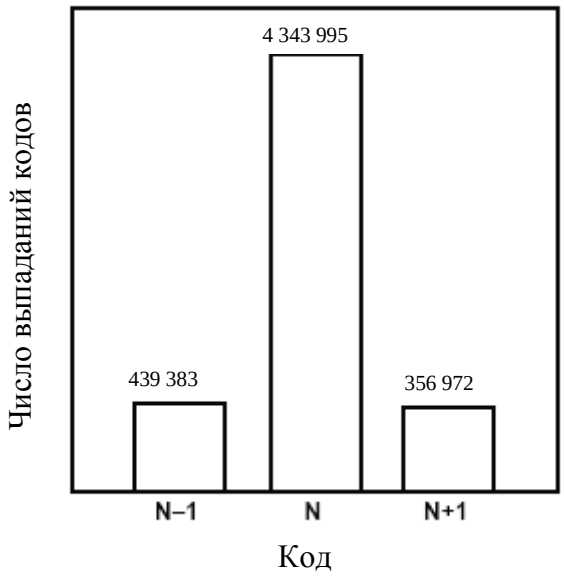



Рисунок 7 – Время установления сигнала при ступенчатом изменении входного сигнала в пределах полной шкалы

По рисунку 9 можно сравнить зависимости параметра THD микросхем 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ от частоты для входного сигнала размахом 2 В при синфазных напряжениях 1 В и 2,5 В. Следует отметить разницу в степени ухудшения параметра THD при возрастании частоты входного сигнала. Обратите внимание, что параметр THD при более низких частотах становится менее чувствительным к синфазному напряжению. Когда при снижении входной частоты сигнал становится сигналом постоянного тока, искажения будут представлены в виде статических нелинейностей, таких как $E_{L01}$ и $E_{LD}$. Важно отметить, что эти статические нелинейности независимы от любых изменений $R_{ON}$.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.




N –код, соответствующий нулевому напряжению на входе;
IRN = 0,36 МРЗ.

Рисунок 8 – Гистограмма шума ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ при нулевом напряжении на входе

Благодаря высокой степени симметрии в топологии усилителя УВХ реализовано существенное улучшение характеристик искажений для дифференциальных входных сигналов с частотами до частоты Найквиста и выше. Эта симметрия обеспечивает отличное подавление синфазных искажений и шумов. Кроме того, требуемый размах напряжения входного сигнала снижается наполовину, что снижает степень изменения $R_{ON}$ и его влияние на искажения.

Оптимальные характеристики шума и статической линейности для дифференциального или недифференциального входного сигнала усилителя УВХ достигаются, также, при наибольшем размахе напряжения входного сигнала (т.е. размахе 5 В) и равных импедансах по входам VINA и VINB. Хотя, имеется несущественное ухудшение статической нелинейности при увеличении размаха входного сигнала от 2 В до 5 В.

Вернемся к рисунку 5. Дифференциальный усилитель УВХ построен с использованием переключающих конденсаторов. Следовательно, его входной импеданс и его воздействие на источник входного сигнала должны учитываться, чтобы достичь наилучших параметров преобразователя. Суммарное значение емкости вывода $C_{PIN}$, паразитной емкости $C_{PAR}$ и емкости выборки $C_S$ обычно составляет менее 16 пФ. Когда усилитель УВХ переходит в режим слежения, источник входного сигнала должен зарядить или разрядить емкость выборки $C_S$ до значения нового входного напряжения. При этом действии по заряду или разряду емкости $C_S$ (которая составляет приблизительно 4 пФ) усредненном за период времени для заданной частоты выборки $F_S$, входной импеданс проявляется как резистивный элемент (83 кОм при $F_S$=3,0 МГц).

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

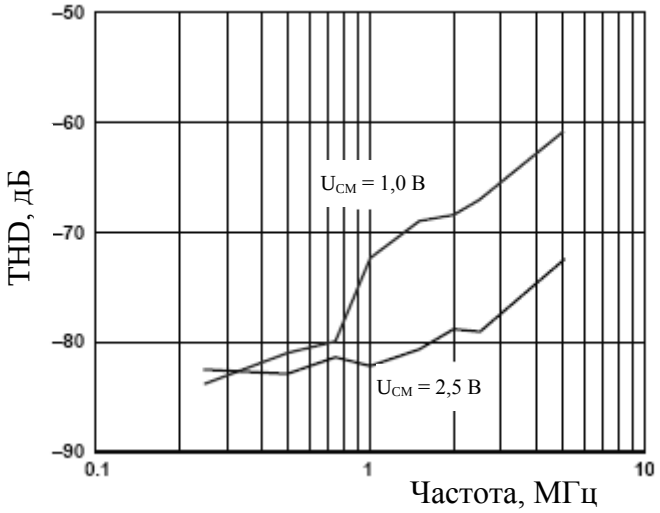
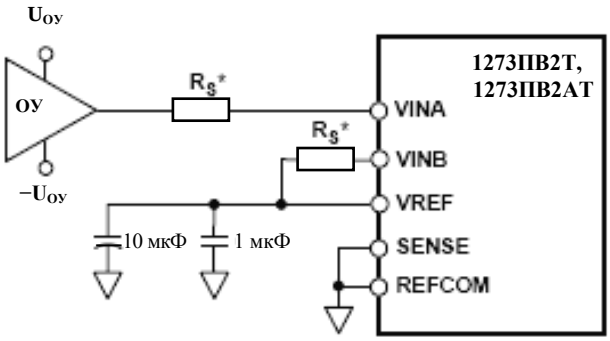



Рисунок 9 – Зависимость параметра THD от частоты для $U_{CM}$ = 2,5 В и 1,0 В

Однако, если это действие проанализировать в пределах периода выборки ($T \leq 1/F_S$), входной импеданс проявляется как величина динамическая вследствие требования быстрого заряда и разряда $C_S$. Включение последовательного резистора между источником входного сигнала и входом усилителя УВХ, как показано на рисунке 10, обеспечивает эффективную развязку усилителя УВХ от источника входного сигнала.

Оптимальная величина этого резистора зависит от нескольких факторов, которые включают в себя скорость выборки ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ, выбранный операционный усилитель и конкретное применение. В большинстве применений эффективно применение резистора от 30 до 50 Ом. Однако, в некоторых применениях может потребоваться резистор большей величины, чтобы снизить полосу пропускания шумов или ограничить паразитный выброс тока в условиях перенапряжения.




* – необязательные резисторы

Рисунок 10 – Последовательный резистор развязывает вход усилителя УВХ (на переключающих конденсаторах) от операционного усилителя. Согласованные резисторы улучшают отношение сигнал/шум

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Другие применения могут потребовать резистор большей величины как часть фильтра, препятствующего наложению спектров. В любом случае, так как параметр TDH является зависимым от последовательного сопротивления и вышеупомянутых факторов, рекомендуется оптимизация величины этого резистора для конкретного применения.

Некоторое улучшение параметра SNR и смещения по постоянному току достигается путем выравнивания входных сопротивлений, подключаемых к входам VINA и VINB. Степень улучшения зависит от величины резистора и скорости выборки. Для величин последовательного сопротивления выше 100 Ом на основном входе установка равного резистора на другом входе настоятельно рекомендуется.

Полоса пропускания шума и малого сигнала у ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ такая же, как его полоса пропускания сигнала полной мощности. Для чувствительных к шумам применений излишняя полоса пропускания может быть вредной. Добавление последовательного резистора и/или шунтирующего конденсатора может помочь ограничить полосу пропускания шума на входе АЦП путем формирования фильтра низкой частоты. Комбинация этого последовательного сопротивления с эквивалентной входной емкостью ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ должна оцениваться для применений, в которых важен временной домен, то есть абсолютное время установления входного сигнала. В применениях, где гармонические искажения не являются критичными, последовательное сопротивление может быть выбрано в комбинации с номинальной входной емкостью усилителя УХВ (16 пФ), для установления значения частоты среза фильтра "минус 3 дБ".

Более предпочтительным методом ограничения полосы пропускания шума с возможностью реализации фильтра, препятствующего наложению спектров, является добавление некоторой дополнительной шунтирующей емкости между входом (VINA и/или VINB) и аналоговой землей. Так как эта дополнительная емкость объединяется с эквивалентной входной емкостью ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ, то можно выбрать меньший по номиналу последовательный резистор для установления частоты среза фильтра, не ухудшая при этом параметры, характеризующие искажения. Шунтирующая емкость действует как резервуар заряда, отводя или выдавая дополнительный заряд, требуемый конденсатором хранения $C_H$, уменьшая, таким образом, токовые выбросы на выходе операционного усилителя.

Влияние этой увеличенной емкостной нагрузки на операционный усилитель, формирующий входной сигнал для ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ, должно быть оценено. Для оптимизации параметров, когда вопросы шумов приоритетны, следует увеличивать шунтирующую емкость настолько, насколько это позволительно с тем, чтобы входной сигнал сохранил требуемую форму. Слишком большое увеличение емкости может неблагоприятно подействовать на время установления операционного усилителя, частотную характеристику и искажения.

В таблице 4 приведены возможные варианты конфигурирования входной цепи аналогового сигнала с указанием типа входного сигнала (дифференциальный/ недифференциальный), диапазона входного сигнала, преимуществ и недостатков каждого из вариантов.

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. Инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Таблица 4 – Варианты задания аналогового входного сигнала

| Входной сигнал | Вид связи | Размах входного сигнала, В | Входной диапазон, В | | Рисунок № | Комментарий |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | VINA | VINB | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Недифференциальный | По постоянному току | 2 | От 0 до 2 | 1 | 18, 19 | Наилучший вариант для применений при ступенчатом изменении сигнала на входе. Параметры шума и TDH близки к оптимальным. Необходим операционный усилитель с диапазоном ±5 В |
| | | $2\times U_{REF}$ | От 0 до $2\times U_{REF}$ | $U_{REF}$ | 18, 19 | Вариант аналогичный предыдущему, но с улучшенными шумовыми характеристиками, благодаря увеличению динамического диапазона. Здесь следует оценивать запас ОУ по диапазону и время его установления |
| | | 5 | От 0 до 5 | 2,5 | 18, 19 | Оптимальный вариант по параметрам шума и TDH. Необходим операционный усилитель с $U_{CC}$ > 5 В, так как при питании 5 В запас по диапазону недостаточен |
| | | $2\times U_{REF}$ | От $2{,}5-U_{REF}$ до $2{,}5+U_{REF}$ | 2,5 | 25 | Параметр TDH оптимален при $U_{REF}$ = 1 В. При увеличении $U_{REF}$ до 2,5 В значение параметра TDH ухудшается, а параметры шума улучшаются. Возможно использование ОУ с одним источником питания 5 В |
| Недифференциальный | По переменному току | 2 или $2\times U_{REF}$ | От 0 до 2 или от 0 до $2\times U_{REF}$ | 1 или $U_{REF}$ | 20 | Динамические характеристики близки к оптимальным, но несколько хуже оптимальных из-за того, что входное синфазное напряжение не равно половине питания (т.е. не равно 2,5 В) |
| | | 5 | От 0 до 5 | 2,5 | 20 | Оптимальный вариант по параметрам шума; отличное значение TDH |
| | | $2\times U_{REF}$ | От $2{,}5-U_{REF}$ до $2{,}5+U_{REF}$ | 2,5 | 21 | Гибкий диапазон входного сигнала. Параметр TDH оптимален при $U_{REF}$ = 1 В. При увеличении $U_{REF}$ до 2,5 В значение параметра TDH ухудшается, а параметры шума улучшаются |

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. Инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

*Окончание таблицы 4*

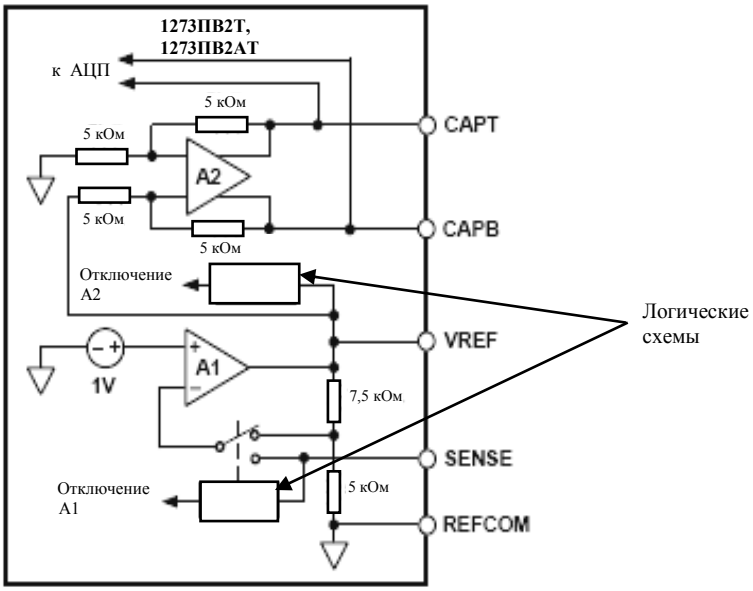
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Дифференциальный | По постоянному или переменному току | 2 | От 2 до 3 | От 3 до 2 | 15, 16, 17 | Оптимальный вариант по параметрам TDH и SFDR для полномасштабных сигналов при использовании АЦП на частоте существенно превышающей частоту Найквиста |
| | | $2\times V_{REF}$ | От 2,5− $U_{REF}/2$ до 2,5 + $U_{REF}/2$ | От 2,5+ $U_{REF}/2$ до 2,5− $U_{REF}/2$ | 15, 16, 17 | Вариант, аналогичный предыдущему, но с некоторым ухудшением параметров TDH и SFDR в пользу улучшения параметров шума |
| | | 5 | От 1,75 до 3,25 | От 3,25 до 1,75 | 15, 16, 17 | Вариант самого широкого динамического диапазона (т.е. наибольшее число эффективных разрядов ENOB) за счет оптимальных параметров шума |

5.4 Внутренний источник опорного напряжения и входной каскад внешнего источника опорного напряжения

ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ содержит внутренний источник опорного напряжения, который обеспечивает выработку на выходе одного из двух напряжений: 1 В или 2,5 В. С помощью двух внешних резисторов пользователь может создавать опорные напряжения, отличные от 1 В и 2,5 В. Другой альтернативой является использование внешнего источника опорного напряжения для схем, требующих повышенной точности и (или) стабильности в диапазоне температур. Таблица 5 содержит обзор возможных вариантов использования источников опорного напряжения (внутреннего или внешнего) ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ.

На рисунке 11 показана упрощенная схема внутреннего источника опорного напряжения ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ. На неинвертирующий вход буферного усилителя А1 подается напряжение источника фиксированного опорного напряжения 1 В. Выход буферного усилителя опорного напряжения А1 соединен с выводом $V_{REF}$ микросхемы. Напряжение на выводе $V_{REF}$ определяет размах входного напряжения, соответствующий полной шкале АЦП. Размах входного напряжения равен $2 \times U_{REF}$. Напряжение, формируемое на выводе $V_{REF}$, так же как и состояние внутреннего усилителя опорного напряжения А1 определяется потенциалом, заданным на выводе SENSE. Логическая схема содержит два компаратора, которые следят за напряжением на входе SENSE. Компаратор внутренней логической схемы с точкой сравнения равной приблизительно 0,3 В управляет ключём, расположенным в цепи обратной связи буферного усилителя А1.

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. Инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.




Размах входного сигнала полной шкалы = $2\times U_{REF}$

Рисунок 11 – Эквивалентная схема источника опорного напряжения

Если вход SENSE соединен с выводом REFCOM («общий» источника опорного напряжения), то ключ соединяет инвертирующий вход усилителя опорного напряжения A1 с внутренней резисторной цепочкой, таким образом, создавая $U_{REF}$ равное 2,5 В. Если вход SENSE соединен с выводом $V_{REF}$ накоротко или через резистор, то ключ соединяет инвертирующий вход усилителя опорного напряжения A1 с выводом SENSE. Такое соединение обеспечит $U_{REF}$, равное 1 В. В то время, как соединение вывода SENSE с выводом $V_{REF}$ через внешний резистор (и, одновременно, включение резистора между выводами SENSE и REFCOM) будет обеспечивать альтернативное значение $U_{REF}$ (между 1 В и 2,5 В). Другой компаратор внутренней логической схемы управляет внутренней схемой, которая предназначена для блокирования усилителя опорного напряжения, если вывод SENSE соединен с выводом питания $V_{CCA}$. Блокирование усилителя опорного напряжения позволяет подавать на вывод $V_{REF}$ внешнее опорное напряжение.

Реальные опорные напряжения, которые используются во внутренних схемах ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ, можно обнаружить на выводах CAPT и CAPB. Для надежной работы при использовании как внутреннего, так и внешнего источника опорного напряжения, необходимо подключить к этим выводам конденсаторную цепочку фильтрации. На рисунке 12 показана рекомендуемая схема развязки. Эта конденсаторная схема выполняет следующие три функции:

а) вместе с усилителем опорного напряжения A2, она обеспечивает низкое выходное сопротивление источника опорного напряжения в широком диапазоне частот, снабжая внутренние цепи ИС качественным опорным напряжением;

б) обеспечивает необходимую компенсацию для усилителя A2;

в) ограничивает частотный диапазон шума, генерируемого источником опорного напряжения.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Время включения (установления) опорного напряжения, появляющегося между выводами CAPT и CAPB, составляет примерно 15 мс, что должно учитываться при использовании любого режима работы с пониженным энергопотреблением.

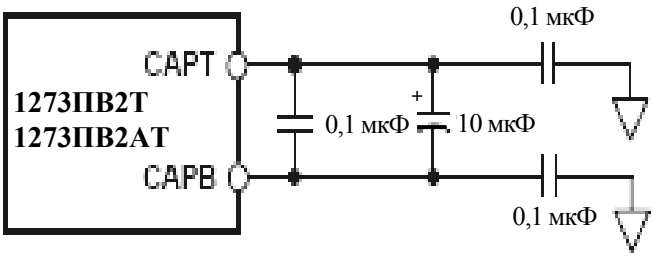



Рисунок 12 – Рекомендуемая схема развязки на выводах CAPT, CAPB.

Размах входного сигнала АЦП может изменяться динамически путем изменения дифференциального опорного напряжения на выводах CAPT и CAPB симметрично относительно уровня 2,5 В (т.е. половины напряжения питания). Чтобы изменять опорное напряжение со скоростью, находящейся за пределами возможностей усилителя A2, необходимо обеспечить подачу опорного напряжения на выводы CAPT и CAPB от двух быстродействующих малошумящих усилителей. В этом случае, оба внутренних усилителя (т.е. A1 и A2) должны быть блокированы путем соединения вывода SENSE с $V_{CCA}$, а вывода $V_{REF}$ с выводом REFCOM. Кроме того, должна быть удалена развязывающая конденсаторная схема. Внешние напряжения, подаваемые на CAPT и CAPB, должны быть соответственно равны:

2,5 В + входной размах /4,

2,5 В – входной размах /4,

где входной размах может варьироваться между 2 В и 5 В.

Следует отметить, что выборки, сделанные в конвейерном АЦП во время изменения опорного напряжения будут испорчены и должны быть удалены.

В таблице 5 приведены возможные варианты использования источников опорного напряжения, как внутреннего, так и внешнего. Указаны соответствующие им размахи входных сигналов и способы реализации имеющихся вариантов.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Таблица 5 – Возможные варианты задания опорного напряжения

| Источник опорного напряжения | Размах входного напряжения (VINA-VINB), В (двойная амплитуда) | Требуемое опорное напряжение $U_{REF}$, В | Необходимые внешние связи и элементы | |
|---|---|---|---|---|
| | | | от вывода (элемента) | к выводу (элементу) |
| Внутренний<br>Внутренний<br>Внутренний | 2<br>5<br>2≤Размах≤5;<br>Размах=2×$U_{REF}$ | 1<br>2,5<br>1≤$U_{REF}$≤2,5;<br>$U_{REF}$=1+R1/R2 | SENSE<br>SENSE<br>R1<br>R2 | $V_{REF}$<br>REFCOM<br>$V_{REF}$ и SENSE;<br>SENSE и REFCOM |
| Внешний (постоянное напряжение) | 2≤Размах≤5 | 1≤$U_{REF}$≤2,5 | SENSE<br>$V_{REF}$ | $V_{CCA}$<br>Внешний источник |
| Внешний (изменяемое напряжение) | 2≤Размах≤5 | Напряжение подается извне на выводы CAPT и CAPB | SENSE<br>$V_{REF}$<br>Внешний источник<br>Внешний источник | $V_{CCA}$<br>REFCOM<br>CAPT<br><br>CAPB |

5.5 Схемы формирования входного аналогового сигнала

ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ имеют очень гибкую структуру входа, позволяющую им работать как с недифференциальными, так и с дифференциальными входными сигналами. Варианты включения ИС, показанные в настоящем разделе и разделах: «Диапазон аналогового входного сигнала и его связь с опорным напряжением», «Внутренний источник опорного напряжения и входной каскад внешнего источника опорного напряжения», дают необходимую информацию для разработки схем включения ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ как с недифференциальными, так и с дифференциальными входными сигналами. В таблицах 4 и 5 и на упомянутых в них рисунках имеется исчерпывающая информация о возможных вариантах организации входного сигнала и источника опорного напряжения.

Оптимальный режим работы, диапазон аналогового входного сигнала и соответствующие им интерфейсные схемы определяются требованиями конкретных применений, а также выбором источника питания. Например, недифференциальный входной сигнал со связью по постоянному току может подходить для множества применений ИС, предназначенных для сбора данных и формирования изображений. Кроме того, во многих применениях в коммуникационных системах, которые требуют подключения входного сигнала со связью по постоянному току для надлежащей демодуляции, могут быть использованы исключительно хорошие характеристики искажений при недифференциальном входном сигнале, которые обеспечивают ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Размах входного сигнала должен быть выбран таким образом, чтобы он соответствовал как требуемым параметрам системы, так и требованиям по запасу пределов диапазона операционного усилителя.

Альтернативный режим работы с дифференциальным входным сигналом обеспечивает наилучшие характеристики THD и SFDR в широком частотном диапазоне. В применениях с наиболее жесткими требованиями к спектру сигнала, в которых требуется связь по переменному току, должна рассматриваться возможность использования развязывающего трансформатора для организации дифференциального входного сигнала ИС (например, при прямом преобразовании сигнала промежуточной частоты в цифровой сигнал). Режим работы с дифференциальным входным сигналом со связью по постоянному току также обеспечивает улучшение характеристик по искажениям и шумам при больших размахах входного сигнала. Более того, в этом режиме ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ могут быть конфигурированы на размах входного сигнала 5 В при использовании операционных усилителей, предназначенных для работы в диапазоне 5 В или плюс-минус 5 В.

Режим работы с недифференциальным входным сигналом требует, чтобы вход VINA был подключен к входному сигналу со связью по переменному или постоянному току, а на вход VINB микросхем 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ должно быть подано напряжение смещения, соответствующее кодовому переходу середины шкалы. Инверсия аналогового сигнала может быть легко осуществлена путем перемены местами входных сигналов на VINA и VINB.

Дифференциальный режим работы требует, чтобы VINA и VINB одновременно управлялись двумя равными по величине сигналами, являющимися синфазным и противофазным вариантами входного сигнала. Дифференциальный режим работы ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ дает следующие преимущества:

а) размахи сигнала меньше и поэтому требования к линейности, накладываемые на источник входного сигнала, могут быть легче выполнены;

б) размахи сигналов меньше и поэтому позволительно использование операционных усилителей, применение которых с большим размахом сигнала может быть ограничено из-за отсутствия запаса по пределам диапазона;

в) дифференциальный режим работы минимизирует четные гармоники;

г) дифференциальный режим работы обеспечивает помехозащищенность, основанную на подавлении синфазного сигнала, как показано на рисунке 13.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

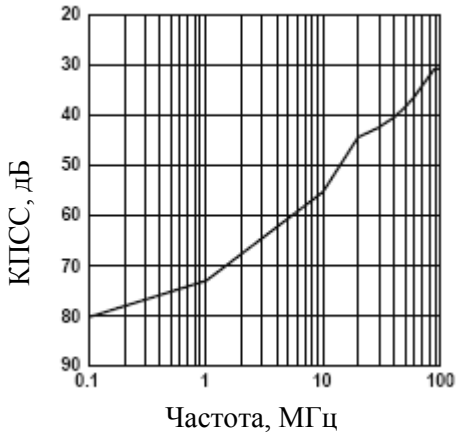



Рисунок 13 – Зависимость коэффициента подавления синфазного сигнала (КПСС) от частоты входного сигнала

Как и в большинстве КМОП приборов, если входной сигнал выходит за пределы диапазона, обозначенного напряжением питания, в ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ будут включаться внутренние паразитные диоды, что приводит к появлению переходных токов в приборе. На рисунке 14 показан простой способ ограничения входного сигнала, подключенного к ИС со связью по постоянному току, с помощью двух последовательно включенных резисторов и двух диодов. Отметьте, что могут быть использованы последовательные резисторы и большего номинала для ограничения паразитного тока через D1 и D2, но в этом случае требуется оценка, так как возможно ухудшение характеристик ИС.

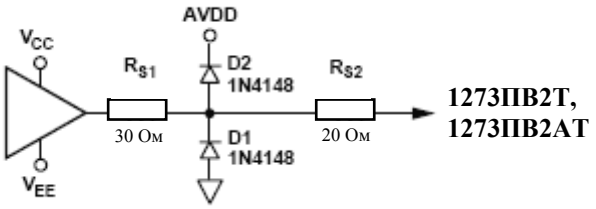



Рисунок 14 – Простая схема ограничения входного сигнала

5.5.1 Дифференциальный входной аналоговый сигнал

Так как не всегда имеется сигнал, предназначенный для дифференциального режима работы, то часто возникает необходимость выполнить преобразование недифференциального сигнала в дифференциальный. Такое преобразование может быть реализовано с помощью радиочастотного трансформатора (RF) или дифференциального драйвера на двух операционных усилителях. Оптимальное решение зависит от того, требует ли схема применения, чтобы входной сигнал имел связь с ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ по постоянному току или по переменному току.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

5.5.1.1 Связь по переменному току через радиочастотный трансформатор

В схемах применения, в которых не требуются связь по постоянному току, радиочастотный трансформатор с центральным отводом является наилучшим способом для создания дифференциального входного сигнала для ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ. В таком варианте обеспечиваются все преимущества работы АЦП в дифференциальном режиме и не вносятся никакой дополнительный шум и искажения. Радиочастотный трансформатор имеет дополнительное преимущество, так как обеспечивает электрическую развязку между источником сигнала и АЦП.

На рисунке 15 показана рекомендуемая трансформаторная схема. Схема использует радиочастотный трансформатор фирмы Mini-Circuits, модель #T4-6T, который имеет коэффициент импедансов, равный 4 (коэффициент трансформации 2). Схема предполагает, что источник сигнала имеет импеданс источника 50 Ом. Соотношение импедансов 1 к 4 требует 200-омного согласования вторичной обмотки для получения оптимальной передачи мощности и КСВН (коэффициента стоячей волны по напряжению). Центральный отвод трансформатора обеспечивает удобное средство сдвига уровня входного сигнала до желаемого значения синфазного напряжения. Оптимальная работа может быть реализована, когда центральный отвод соединен с выходом CML микросхемы 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ, напряжение на котором равно синфазному смещению внутреннего усилителя УВХ.

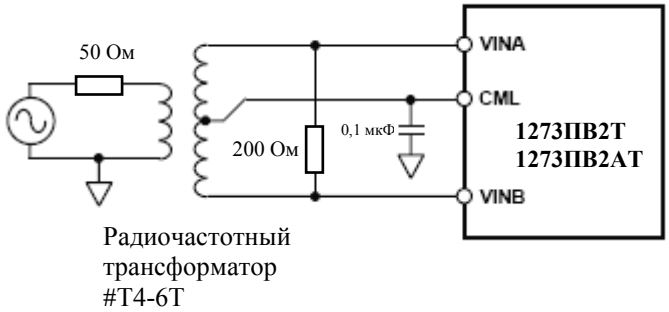



Рисунок 15 – Подключение входного сигнала к ИС через трансформатор

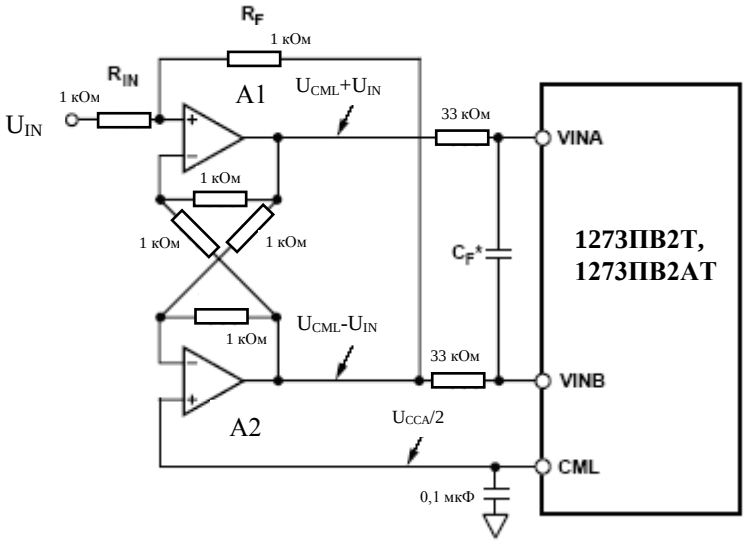
Могут быть также подобраны трансформаторы с другим коэффициентом трансформации, чтобы оптимизировать работу данных ИС в конкретном применении. Например, имеющийся источник входного сигнала или усилитель может генерировать сигнал с малыми искажениями только при невысоких уровнях выходной мощности и небольшой амплитуде сигнала. Следовательно, выбор трансформатора с более высоким коэффициентом импедансов (например, Mini-Circuits, модель #T16-6T, с коэффициентом импедансов 1:16 ), эффективно усиливает сигнал, снижая требования к источнику сигнала.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

### 5.5.1.2 Связь по постоянному току с буферными каскадами на операционных усилителях

Схемы применения, которые требуют связи источника входного сигнала с ИС по постоянному току, также могут использовать преимущества дифференциального режима ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ. Так как требования к размаху сигнала на каждом входе снижаются вдвое в дифференциальном режиме, ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ могут быть конфигурированы для размаха входного сигнала равного 5 В в системе с питанием 5 В или плюс-минус 5 В. Это позволяет использовать различные высокопроизводительные операционные усилители, специфицированные для работы с питанием 5 В и плюс-минус 5 В, в различных схемах формирования входного дифференциального сигнала для ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ. Оптимальная схема формирователя входного дифференциального сигнала для микросхем на операционных усилителях зависит от того, требуется ли сдвиг уровня недифференциального входного сигнала или нет.

На рисунке 16 показана схема формирователя дифференциального сигнала с перекрестными связями, наиболее подходящая для систем, в которых входной недифференциальный сигнал уже смещен примерно на половину напряжения питания, т.е. на 2,5 В (диапазон входного сигнала – однополярный). Синфазное напряжение дифференциального выходного сигнала устанавливается с помощью напряжения, прилагаемого к входу «+» А2 (нижнего ОУ). Коэффициент усиления по замкнутой цепи обратной связи для этого симметричного формирователя может быть легко задан с помощью $R_{IN}$ и $R_F$.




* – необязательный конденсатор, ограничивающий полосу пропускания и шум

Рисунок 16 – Формирователь дифференциального сигнала с перекрестными связями. (Внимание! На рисунке входной сигнал $U_{IN}$ уже содержит смещение, то есть при расчете схемы следует считать напряжение на входе равным $U_{IN}+U_{CML}$)

Схема формирователя, показанная на рисунке 17, наилучшим образом подходит для систем, в которых входной недифференциальный сигнал является биполярным, симметричным относительно AGND (т.е. исходный входной сигнал не смещен). В этом случае требуется соответствующий сдвиг уровня, так как ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ используют только один источник питания. Эта схема формирователя обеспечивает возможность сдвига уровня входного сигнала в пределах синфазного диапазона ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ. Два операционных усилителя конфигурированы как согласованные дифференциальные усилители с входным сигналом, подаваемым на противоположные входы, чтобы обеспечить дифференциальный выход. Синфазное напряжение смещения подается через резистор на неинвертирующий вход и обеспечивает нужное смещение уровня. В схеме также использованы диоды и подтягивающие (pull up) резисторы, которые могут помочь улучшить характеристики искажений операционных усилителей путем снижения требований к пределам входного диапазона. Усилители с размахом выходного сигнала, равным напряжению питания, такие как AD8042, не требуют этих дополнительных элементов.

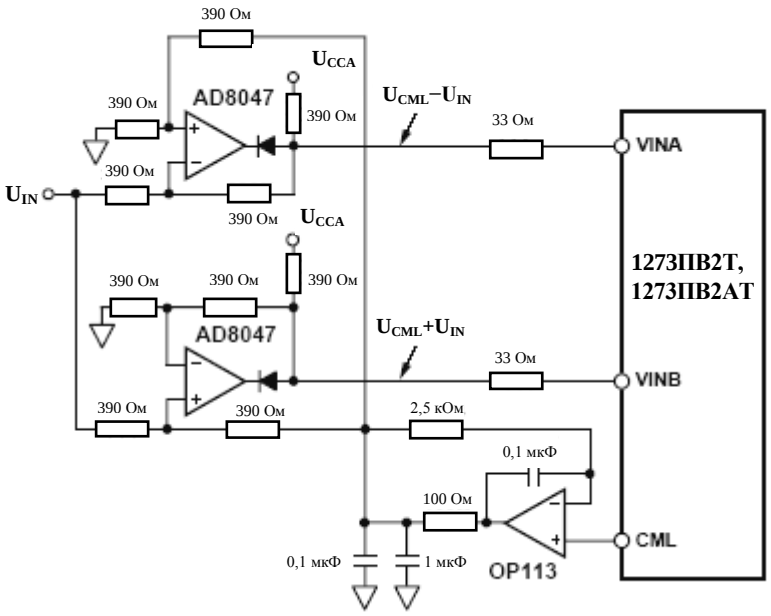



Рисунок 17 – Формирователь биполярного дифференциального сигнала со сдвигом уровня.

5.5.2 Недифференциальный входной аналоговый сигнал

ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ могут быть конфигурированы для работы с недифференциальным входным сигналом с использованием связи по постоянному или по переменному току. В любом случае, вход АЦП должен управляться от операционного усилителя, который не будет ухудшать характеристики АЦП. Так как АЦП работает от одного источника питания, то в случае биполярного входного сигнала необходим сдвиг уровня, чтобы выполнить его требования по входному диапазону.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

В схемах включения со связью и по постоянному, и по переменному току можно обеспечить необходимую функцию сдвига, но разные включения требуют различных интерфейсов, которые могут по-разному влиять на разработку и характеристики системы.

5.5.2.1 Связь по постоянному току. Выбор интерфейса

Во многих применениях микросхем требуется, чтобы аналоговый входной сигнал был связан с ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ по постоянному току. Для формирования входного сигнала ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ должен использоваться операционный усилитель, который может масштабировать входной сигнал и осуществлять его сдвиг должным образом, чтобы он соответствовал выбранному входному диапазону АЦП. Входной диапазон АЦП должен быть выбран на основе требуемых характеристик системы и в зависимости от аналогового источника питания, который накладывает определенные ограничения на выбор операционного усилителя.

Многие из новых высокопроизводительных операционных усилителей специфицированы для работы в диапазоне плюс-минус 5 В и, следовательно, имеют ограниченные возможности по размаху входного и выходного сигналов. Поэтому, выбор входного диапазона ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ должен учитывать ограничения диапазона конкретного операционного усилителя, чтобы предотвратить «усечение» сигнала. Кроме того, так как выходной сигнал операционного усилителя с двумя источниками питания может иметь размах амплитуды, который опускается ниже уровня «минус 0,3 В» (что является для входного сигнала ИС недопустимым), то в некоторых применениях должно быть предусмотрено ограничение выходного сигнала ОУ.

В некоторых применениях может быть выгодным использование операционного усилителя с одним источником питания 5 В, так как обычно у таких ОУ размах выходного сигнала равен напряжению источника питания (rail-to-rail). Усилители с размахом выходного сигнала, равным напряжению питания, такие как AD8041, позволяют ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ использовать входной сигнал большего размаха, что улучшает коэффициент сигнал/шум.

Если схема применения требует наибольшего входного диапазона недифференциального сигнала (например, от 0 В до 5 В) ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ, то операционному усилителю потребуется большее (чем 5 В) напряжение питания для формирования входного сигнала для микросхем. Различные быстродействующие усилители, представленные в разделе «Выбор операционного усилителя», могут быть выбраны для использования с различными значениями напряжения питания. И здесь должна учитываться возможность ограничения выходного сигнала усилителя. В качестве альтернативы может быть использована схема формирователя на операционном усилителе, использующая ОУ AD8042 для достижения размаха входного сигнала 5 В при работе от одного источника питания 5 В, для преобразования недифференциального входного сигнала в дифференциальный.

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. Инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Две схемы на операционных усилителях со связью по постоянному току, построенные по неинвертирующей и инвертирующей схеме рассмотрены ниже. Хотя это и не показано, неинвертирующая и инвертирующая схемы могут быть легко построены как часть фильтра, препятствующего наложению спектров: дополнительная RC цепочка может быть установлена между выходом операционного усилителя и входом ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ для реализации полюса фильтра.

5.5.2.1.1 Простой буфер на операционном усилителе

В простейшем случае можно предположить, что входной сигнал ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ уже смещен на соответствующее значение в соответствии с выбранным входным диапазоном. Далее абсолютно очевидно, что необходимо обеспечить адекватно низкий импеданс источника сигнала для аналоговых входов VINA и VINB АЦП. На рисунке 18 показана рекомендуемая схема для недифференциального входного сигнала, задаваемого операционным усилителем. В данном случае операционный усилитель показан в неинвертирующем включении с единичным усилением. ОУ управляет входом VINA ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ. Внутренний источник опорного напряжения управляет входом VINB ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ. Отметьте, что добавление небольших последовательно включённых резисторов с номиналом от 30 Ом до 50 Ом во входных цепях VINA и VINB будет полезно почти во всех случаях. Обратитесь к разделу «Входной каскад преобразовываемого аналогового сигнала» за информацией по подбору резистора. На рисунке 18 показано корректное включение ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ для входного диапазона от 0 В до 5 В.

Альтернативные входные диапазоны недифференциального сигнала от 0 В до 2 x $U_{REF}$ могут быть реализованы с помощью соответствующего использования внутреннего источника опорного напряжения $U_{REF}$ (см. раздел «Использование внутреннего источника опорного напряжения»).

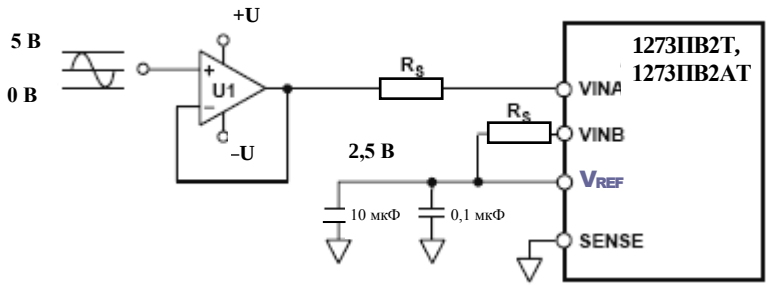



Рисунок 18 – Схема формирования недифференциального входного аналогового сигнала для ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ на операционном усилителе

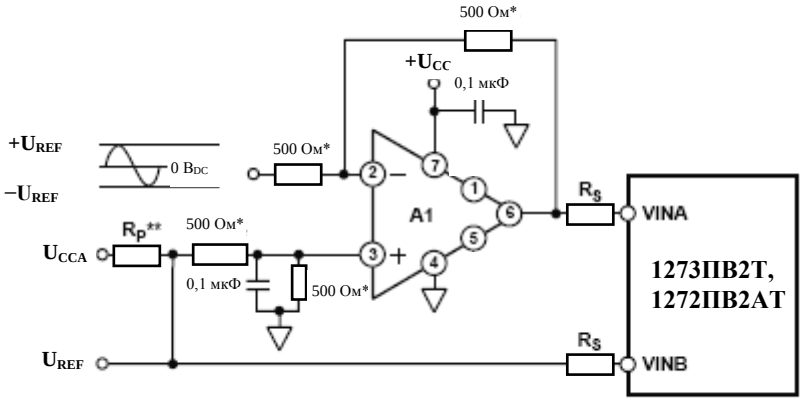
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

5.5.2.1.2 Буфер на операционный усилитель со сдвигом уровня

На рисунке 19 показана схема управления аналоговым входом ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ на операционном усилителе А1 со связью по постоянному току и сдвигом уровня. ОУ суммирует входной сигнал и заданное смещение по постоянному току. Включение операционного усилителя по инвертирующей схеме с указанными величинами резисторов дает значение коэффициента усиления по переменному току, равное «минус 1». Если инверсия сигнала нежелательна и необходимо сохранить исходную полярность сигнала, необходимо поменять подключение VINA и VINB. Постоянное напряжение на $V_{REF}$ устанавливает синфазное напряжение на входе ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ. Например, при $U_{REF}$ = 2,5 В выходной сигнал операционного усилителя будет также центрироваться около уровня 2,5 В. Коэффициент усиления ОУ со входа (+) равен 2. Использование подогнанных по величине тонкопленочных резисторов минимизирует ошибки усиления и смещения. Кроме того, подтягивающий (pull up) резистор Rp может быть использован для снижения нагрузки на выходе $V_{REF}$ до плюс-минус 1 мА.

5.5.2.2 Связь по переменному току. Выбор интерфейса

Для схем применения, где необходимой является связь по переменному току, выходной сигнал операционного усилителя легко может быть сдвинут по постоянному току к уровню синфазного напряжения $U_{CM}$ (напряжение на выводе CML) микросхемы 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ после разделительного конденсатора. Это позволяет установить уровень синфазного напряжения операционного усилителя равным уровню половины его питания (т.е. $(U_{CC} + U_{EE})/2$).




* Необязательные согласованные резисторы.

** Необязательный "подтягивающий резистор", при использовании внутреннего ИОН

Рисунок 19 – Схема формирования недифференциального входного аналогового сигнала для ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ на операционном усилителе со сдвигом уровня

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Операционные усилители, которые работают симметрично по отношению к их источникам питания, обычно обеспечивают наилучшие динамические характеристики, а также наибольший размах входного и выходного сигналов. Следовательно, различные быстродействующие и высокопроизводительные усилители, у которых диапазон ограничен уровнями 5 В и минус 5 В и ОУ, предназначенные для работы от одного источника питания 5 В, могут быть легко конфигурированы для размаха выходного сигнала (входного для ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ) 5 В или 2 В соответственно. Наилучшие динамические характеристики искажений достигаются, когда микросхема конфигурирована для размаха входного сигнала 2 В и синфазного напряжения 2,5 В. Дифференциальный режим, обеспечиваемый трансформаторной связью, которая является другой формой связи по переменному току, должен рассматриваться как вариант для оптимизации динамических характеристик.

5.5.2.2.1 Простой интерфейс по переменному току

На рисунке 20 приведен типовой пример интерфейса для аналогового недифференциального входного сигнала ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ со связью по переменному току. Напряжение смещения сдвигает биполярный недифференциальный входной сигнал (заданный относительно земли) по постоянному току на величину, приблизительно равную $U_{REF}$. Значения емкостей конденсаторов С1 и С2 зависят от величины резистора R. Конденсаторы С1 и С2 – обычно это керамический конденсатор 0,1 мкФ и танталовый конденсатор 10 мкФ (включенные параллельно) обеспечивают при таких номиналах низкую частоту среза и, одновременно, низкий импеданс в широком диапазоне частот. Комбинация конденсаторов и резистора формирует фильтр высоких частот с частотой среза $f_{-3\ дБ}$, определяемой выражением:

$$f_{-3\ дБ} = 1/(2 \times \pi \times R \times (C1 + C2)) \qquad (4)$$

Напряжение от источника опорного напряжения $U_{REF}$ с малым выходным импедансом задает смещение на вход VINB и обеспечивает напряжение смещения для входа VINA. На рисунке 20 показан вариант с $U_{REF}$ = 2,5 В. Таким образом, входной диапазон АЦП: от 0 В до 5 В. Могут быть выбраны другие входные диапазоны путем изменения $U_{REF}$, но при этом характеристики искажений АЦП будет несколько ухудшаться, так как входное синфазное напряжение отклоняется от его оптимального уровня 2,5 В.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

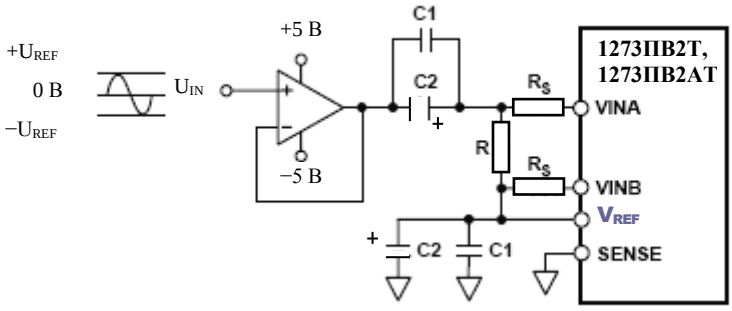



Рисунок 20 – Схема формирования недифференциального входного аналогового сигнала со связью по переменному току для ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ

5.5.2.2.2 Альтернативный интерфейс по переменному току

На рисунке 21 представлена схема интерфейса аналогового недифференциального входного сигнала для ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ со связью по переменному току, которая может быть использована для различных значений размаха входного сигнала. Так как синфазное напряжение на входах VINA и VINB установлено равным половине напряжения питания независимо от значения $U_{REF}$, то опорное напряжение $U_{REF}$ может быть установлено:

а) равным 1 В или 2,5 В соответствующим уровнем напряжения на входе SENSE;

б) равным значению, лежащему в диапазоне от 2 В до 5 В с помощью внешних резисторов.

Влияние колебаний напряжения питания и шумов на входе будет уменьшено в соответствии с коэффициентом подавления синфазного сигнала КПСС (CMRR) микросхем 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ и благодаря симметричным развязывающим RC цепочкам. Резисторы R устанавливают значение синфазного напряжения. Они могут иметь большую величину (например, 5 кОм), чтобы минимизировать потребляемую мощность и установить низкую частоту среза фильтра. Конденсаторы C1 и C2 – это, обычно, керамический конденсатор 0,1 мкФ и танталовый конденсатор 10 мкФ, включенные параллельно, для установления малой частоты среза фильтра и обеспечения низкого импеданса в широком диапазоне частот. Резистор $R_S$ обеспечивает развязку буферного усилителя и входа АЦП. Оптимальные характеристики достигается, когда входы VINA и VINB управляются через симметричные цепи. Частота среза фильтра $f_{-3\ дБ}$ может быть приблизительно определена выражением:

$$f_{-3\ дБ} = 1 / (2 \times \pi \times R/2 \times (C1 + C2)) \qquad (5)$$

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

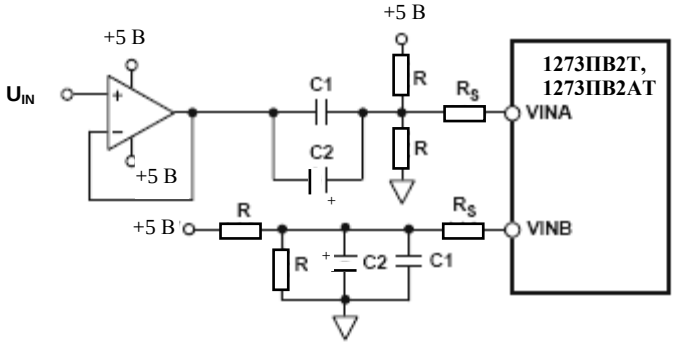



Рисунок 21 – Схема включения ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ для аналогового недифференциального входного сигнала со связью по переменному току и варьируемых значений размаха входного сигнала. Смещение на входе ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ равно 2,5 В ($U_{CM}$ = 2,5 В)

5.5.3 Выбор операционного усилителя

Выбор операционного усилителя для ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ зависит от конкретной схемы применения. Вообще, требования к характеристикам в любом конкретном применении могут быть заданы либо во временном домене, либо в частотном домене. В любом случае, разработчик должен тщательно выбирать операционный усилитель, который сохранит (не ухудшит) характеристики АЦП. Эта задача становится требующей серьезных усилий, когда разработчик хочет совместить высокопроизводительные возможности 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ с общесистемными требованиями, такими как потребляемая мощность и стоимость.

Возможность подобрать оптимальный операционный усилитель в дальнейшем может усложниться либо из-за ограниченных возможностей источников питания или из-за отсутствия приемлемого напряжения питания для желаемого операционного усилителя. Современные высокопроизводительные операционные усилители обычно имеют ограничения по входным и выходным диапазонам из-за того, что они используют сравнительно малые напряжения питания. В результате, некоторые операционные усилители более подходят для систем, где возможна связь по переменному току. Когда требуется связь по постоянному току, следует использовать операционные усилители без ограничений по диапазону, то есть усилители с размахом выходного напряжения равным напряжению питания (rail-to-rail) или усилители с напряжениями питания большей величины.

Ниже описываются некоторые рекомендуемые операционные усилители. Указания о том, где характеристики операционных усилителей лучше характеристик ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ и где они могут их ухудшить, также включены в предлагаемую информацию.

**AD812**: два ОУ, частота единичного усиления (Unity GBW) 145 МГц, обратная связь по току с одного источника питания, источники питания от 5 В до плюс-минус 15 В.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Наилучшие применения:
− формирователь дифференциального входного сигнала;
− формирователь входного сигнала с низким выходным импедансом.
Недостаток: искажения THD на частотах выше 1 МГц.

**AD8011**: $f_{-3\ дБ}$ = 300 МГц, источники питания 5 В или плюс-минус 5 В, обратная связь по току.
Наилучшие применения:
− системы с одним источником питания;
− системы со связью по переменному или постоянному току.
Достоинства: хорошие динамические характеристики, низкий шум, малая мощность (5 мВт).
Недостатки:
− искажения THD на частотах выше 5 МГц;
− ограниченный входной и выводной диапазоны.

**AD8013**: три ОУ, $f_{-3\ дБ}$ = 230 МГц, источники питания 5 В или плюс-минус 5 В, обратная связь по току, функция запрещения.
Наилучшее применение: мультиплексор 3 в 1.
Достоинство: хорошие динамические характеристики.
Недостатки:
− искажения THD на частотах выше 5 МГц;
− ограниченный входной диапазон.

**AD9631**: частота единичного усиления (Unity GBW) 220 МГц, время установления, с точностью 0,01 %, 16 нс, напряжения питания плюс-минус 5 В.
Наилучшее применение: системы со связью по переменному току.
Достоинства: наилучшие динамические характеристики, низкий шум.
Недостатки:
− ограниченный входной и выходной диапазоны;
− потребляемая мощность.

**AD8047**: частота единичного усиления (Unity GBW) 130 МГц, время установления, с точностью 0,01 %, 30 нс, напряжения питания плюс-минус 5 В.
Наилучшие применения: системы со связью по переменному или постоянному току.
Достоинства: хорошие динамические характеристики, низкий шум.
Недостатки:
− искажения THD на частотах выше 5 МГц;
− ограниченный входной диапазон.

**AD8041**: размах выходного напряжения равный напряжению питания, частота единичного усиления (Unity GBW) 160 МГц, время установления, с точностью 0,01 % 55 нс, источник питания 5 В, потребляемая мощность 26 мВт.

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. Инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Наилучшие применения:

− системы с одним источником питания;

− системы со связью по постоянному току.

Достоинства:

− малая потребляемая мощность;

− один источник питания;

− большой входной диапазон.

Недостаток: шум при входном диапазоне 2 В.

**AD8042**: два ОУ типа AD8041.

Наилучшие применения:

− формирователь дифференциального входного сигнала;

− формирователь входного сигнала с низким выходным импедансом.

Недостаток: шум при входном диапазоне 2 В.

## 5.6 Использование внутреннего источника опорного напряжения

На рисунках этого подраздела не показаны ране рекомендованные согласованные (максимально возможно одинаковые) резисторы по входам VINA и VINB. Также на рисунках не показана рекомендованная (см. рис. 12) схема развязки. Их отсутствие на рисунках настоящего подраздела сделано для простоты и вовсе не отменяет ранее приведенные настоятельные рекомендации по их установлению в схемах применения.

### 5.6.1. Недифференциальный входной аналоговый сигнал с диапазоном от 0 до 2 × $U_{REF}$

На рисунке 22 показано, как включить ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ для работы с входным сигналом диапазона от 0 В до 2 В или диапазона от 0 В до 5 В посредством управления входом SENSE. Работа с входным сигналом промежуточного диапазона от 0 до 2 × $U_{REF}$ (нижняя граница диапазона 0 В; верхняя граница диапазона лежит в области от 2 В до 5 В) может быть организована с помощью внешних резисторов, как показано на рисунке 24 (резисторы R1, R2).

В любом случае, размах входного сигнала прямо зависит от величины $U_{REF}$. Если точнее, размах входного сигнала равен $2 \times U_{REF}$. Таким образом, действительный входной диапазон простирается от 0 до $2 \times U_{REF}$. Когда напряжение на входе VINA ≤ 0 В, цифровой выход будет равен $0000_H$. Когда напряжение на входе VINA ≥ 2 × $U_{REF}$, цифровой выход будет равен $3FFF_H$.

Соединение вывода $V_{REF}$ непосредственно с выводом SENSE переводит усилитель внутреннего источника опорного напряжения в режим единичного усиления. При этом напряжение на выходе $V_{REF}$ равно 1 В. Следовательно, действительный входной диапазон в таком варианте будет от 0 В до 2 В.

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. Инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Соединение вывода $V_{REF}$ непосредственно с выводом REFCOM конфигурирует усилитель внутреннего источника опорного напряжения для получения коэффициента усиления 2,5 и в результате на выходе $V_{REF}$ будет 2,5 В. Таким образом, действительный входной диапазон равен области от 0 В до 5 В. Соединение выводов $V_{REF}$ и REFCOM должно быть шунтировано танталовым конденсатором 10 мкФ, включенным параллельно с керамическим конденсатором 0,1 мкФ с низкой индуктивностью.

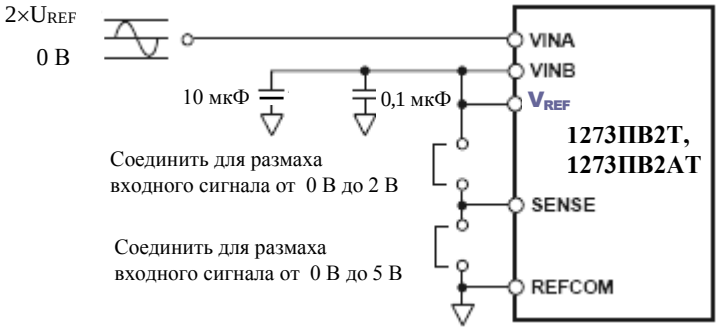



Рисунок 22 – Использование внутреннего источника опорного напряжения

Варианты:

− размах входного сигнала 2 В от пика до пика, $U_{CM}$ (синфазное напряжение на входе) = 1 В;

− размах входного сигнала 5 В от пика до пика, $U_{CM}$ (синфазное напряжение на входе) = 2,5 В).

### 5.6.2 Недифференциальный или дифференциальный входной аналоговый сигнал с синфазным смещением 2,5 В

На рисунке 23 приведена схема включения для недифференциального входного сигнала, которая дает наилучшую характеристику SINAD (отношение сигнала к шуму и искажениям). Чтобы оптимизировать динамические параметры, следует установить синфазное напряжение на аналоговом входе на уровне примерно 2,5 В. Для чего вывод VINB присоединяют к выводу $V_{REF}$, то есть к источнику напряжения 2,5 В с низким выходным сопротивлением. Как описано выше, подключение вывода SENSE непосредственно к выводу REFCOM дает опорное напряжение 2,5 В и обеспечивает работу с входным сигналом размаха 5 В от пика до пика. Действительный рабочий диапазон для входных сигналов от 0 В до 5 В. Соединение выводов $V_{REF}$ и REFCOM должно быть шунтировано танталовым конденсатором 10 мкФ, включенным параллельно с керамическим конденсатором 0,1 мкФ с низкой индуктивностью.

Использование внутреннего источника опорного напряжения также возможно и для дифференциального входного сигнала, когда входы VINA и VINB управляются через трансформатор, как показано на рисунке 15. В этом случае, синфазное напряжение $U_{CM}$ устанавливается равным половине напряжения питания, подключением центрального отвода трансформатора к выводу CML микросхемы 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ. Напряжение опорного источника $U_{REF}$ может быть установлено равным 1 В или 2,5 В соединением вывода ИС SENSE с выводом $V_{REF}$ или выводом REFCOM, соответственно.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Следует отметить, что действительный входной диапазон для каждого из дифференциальных входов равен половине диапазона недифференциального входного сигнала, то есть, соответствует области от $U_{CM} - U_{REF}/2$ до $U_{CM} + U_{REF}/2$.

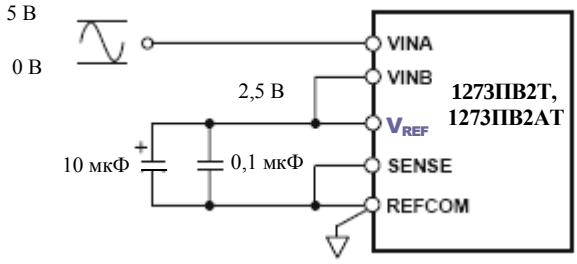



Рисунок 23 – Использование внутреннего источника опорного напряжения (размах входного сигнала 5 В от пика до пика и $U_{CM}$ (синфазное напряжение на входе) = 2,5 В)

### 5.6.3 Установка значения внутреннего опорного напряжения с помощью внешних резисторов

На рисунке 24 показан пример того, как создать опорное напряжение, отличное от 1 В и 2,5 В путем добавления двух внешних резисторов и шунтирующего конденсатора. Для определения подходящих величин R1 и R2 необходимо использовать уравнение:

$$U_{REF} = 1\ В \times (1 + R1/R2) \qquad (6)$$

Значения этих резисторов должны лежать в диапазоне от 2 кОм до 100 кОм. В указанном примере R1 = 2,5 кОм, а R2 = 5 кОм. Из уравнения, приведенного выше, получаемое опорное напряжение на выводе $V_{REF}$ равно 1,5 В. Это устанавливает размах входного сигнала 3 В от пика до пика. Для обеспечения стабильности установите керамический конденсатор 0,1 мкФ параллельно R1.

Синфазное напряжение может быть установлено равным $U_{REF}$ путем соединения вывода VINB с выводом $V_{REF}$, чтобы обеспечить размах входного сигнала от 0 до 2 × $U_{REF}$. В качестве альтернативы, синфазное напряжение может быть установлено равным 2,5 В путем подключения входа VINB к внешнему источнику напряжения 2,5 В с низким выходным сопротивлением. На показанном примере, действительный диапазон входного сигнала для VINA составляет от 1 В до 4 В, так как вход VINB подключен к внешнему источнику напряжения 2,5 В с низким выходным импедансом (входной диапазон равен: $U_{CM} \pm U_{REF}$ = (2,5 ± 1,5) В). Резистор между выводами $V_{REF}$ и REFCOM должен быть шунтирован танталовым конденсатором 10 мкФ, включенным параллельно с керамическим конденсатором 0,1 мкФ с низкой индуктивностью.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

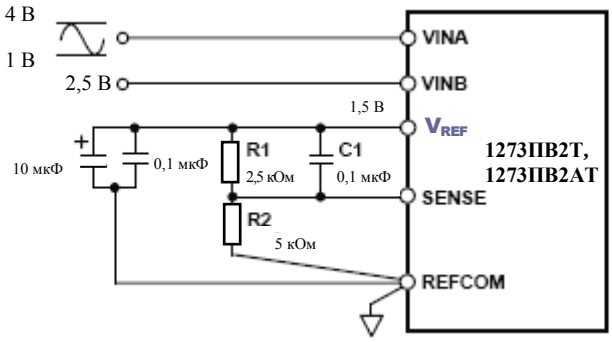



Рисунок 24 – Использование внутреннего источника опорного напряжения с программирующими внешними резисторами (размах входного сигнала 3 В от пика до пика, $U_{CM}$ = 2,5 В)

## 5.7 Использование внешнего источника опорного напряжения

Использование внешнего опорного напряжения может улучшить статические характеристики ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ за счет улучшения точности и уменьшения дрейфа. На рисунках 25 – 27 приведены примеры использования внешнего опорного напряжения в схемах применения АЦП 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ.

В таблице 6 (наряду с внутренними источниками опорного напряжения ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ) дан перечень подходящих источников опорного напряжения ф. Analog Devices. Чтобы использовать внешний источник опорного напряжения, пользователь должен блокировать усилитель внутреннего источника опорного напряжения и подать напряжение внешнего источника на вывод VREF. Подключение вывода SENSE к напряжению питания $U_{CCA}$ блокирует усилитель внутреннего источника опорного напряжения.

ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ содержат внутренние буферы опорного напряжения А2 (см. рисунок 11), которые снижают требования к источнику внешнего опорного напряжения. Внешний источник опорного напряжения должен быть способен «держать» нагрузку, приблизительно, 5 кОм ± 20 %. Следует отметить, что полоса пропускания буфера опорного напряжения специально ограничена, чтобы минимизировать шум, генерируемый источником опорного напряжения. Как результат, при таком включении невозможно быстро изменять опорное напряжение. Для обеспечения такой возможности необходимо удалить фильтрующие цепи с выводов CAPT и CAPB, показанные на рисунке 12, и подавать дифференциальное опорное напряжение непосредственно на выводы CAPT и CAPB.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Таблица 6 – Некоторые рекомендуемые источники опорного напряжения

| Источник опорного напряжения | Выходное напряжение, В | Дрейф, ppm/°C | Точность при нормальной температуре, % (максимум) | Потребляемый ток, мкА |
|---|---|---|---|---|
| Внутренний | 1,00 | 26 | 1,4 | – |
| AD589 | 1,235 | 10...100 | 1,2...2,8 | 50 |
| AD1580 | 1,225 | 50...100 | 0,08...0,8 | 50 |
| REF191 | 2,048 | 5...25 | 0,1...0,5 | 45 |
| Внутренний | 2,50 | 26 | 1,4 | – |
| REF192 | 2,50 | 5...25 | 0,08...0,4 | 45 |
| REF43 | 2,50 | 10...25 | 0,06...0,1 | 600 |
| AD780 | 2,50 | 3...7 | 0,04...0,2 | 1000 |

### 5.7.1 Изменение диапазона входного аналогового сигнала с синфазным смещением 2,5 В

На рисунке 25 приведен пример включения ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ для входного сигнала, центрированного относительно уровня 2,5 В с размахом, равным 2 × $U_{REF}$. Внешнее опорное напряжение 2,5 В подается на вход VINB, таким образом, устанавливая синфазное напряжение равным 2,5 В. Размах входного сигнала может устанавливаться независимо от величины внешнего опорного напряжения с помощью делителя, состоящего из R1 и R2 и формирующего сигнал, подаваемый на вывод $V_{REF}$. ОУ A1 является буфером напряжения, создаваемого делителем. Выбор этого операционного усилителя определяется соображениями точности. Фильтрующий конденсатор емкостью минимум 10 мкФ, включенный параллельно с керамическим конденсатором малой индуктивности и емкостью 0,1 мкФ должен быть установлен на выходе внешнего источника опорного напряжения.

### 5.7.2 Недифференциальный входной аналоговый сигнал с диапазоном от 0 до 2 × $U_{REF}$

На рисунке 26 показан пример использования внешнего источника опорного напряжения, подаваемого как на вывод VINB, так и на вывод $V_{REF}$. В этом случае синфазное напряжение и размах входного сигнала прямо зависят от величины $U_{REF}$. Выражаясь более точно, синфазное напряжение равно $U_{REF}$, а размах входного сигнала равен 2 × $U_{REF}$. Таким образом, действительный входной диапазон простирается в области от 0 до 2 × $U_{REF}$. Например, если использовать внешний источник REF191 с выходным напряжением 2,048 В, то действительный входной диапазон будет: от 0 до 4,096 В. В этом случае, величина МЗР ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ соответствует 0,250 мВ. Отметим необходимость установки фильтрующего конденсатора емкостью минимум 10 мкФ, включенного параллельно с керамическим конденсатором малой индуктивности емкостью 0,1 мкФ на выходе внешнего источника опорного напряжения.

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. Инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

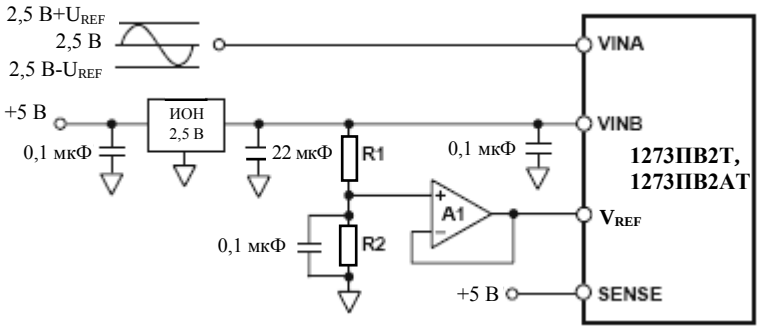



Рисунок 25 – Использование внешнего источника опорного напряжения. Синфазное напряжение $U_{CM}$ = 2,5 В (2,5 В на VINB, резисторный делитель для создания $U_{REF}$)

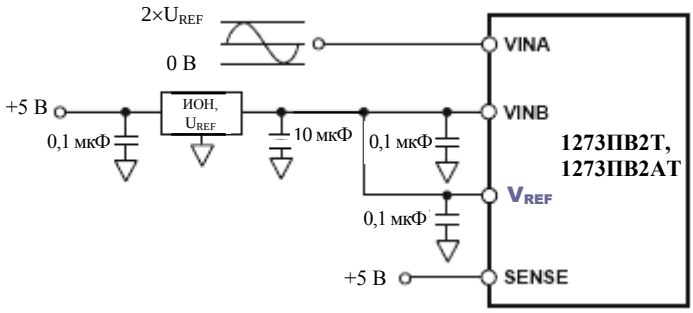



Рисунок 26 – Использование внешнего источника опорного напряжения, входной диапазон: от 0 В до 2 × $U_{REF}$

5.7.3 Недорогой маломощный внешний источник опорного напряжения

Схема внешнего источника опорного напряжения, показанная на рисунке 27, использует недорогой источник внешнего опорного напряжения на 1,225 В (например, AD580 или AD1580), операционный усилитель и транзистор. Транзистор 2N2222 совместно с одним из ОУ из состава ИС OP282 образует схему управления входом VINB с очень низким выходным сопротивлением. Операционный усилитель не требует высокого быстродействия и может выбираться исходя из цены, потребляемой мощности и точности.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

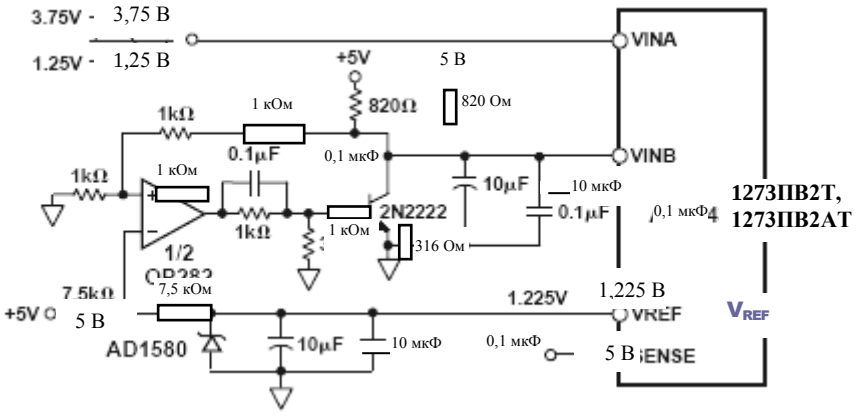



Рисунок 27 – Использование внешнего источника опорного напряжения на базе ИС AD1580 и буфера с низким выходным сопротивлением

## 5.8 Цифровые входы и выходы

### 5.8.1 Цифровые выходы

Выходные данные ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ представлены в прямом двоичном коде для всех входных диапазонов. В таблице 7 указаны выходные цифровые коды данных для некоторых характерных входных напряжений независимо от выбранного входного диапазона. Формат выходных данных в дополнительном двоичном коде может быть создан путем инвертирования СЗР (MSB).

Таблица 7 – Формат выходных данных

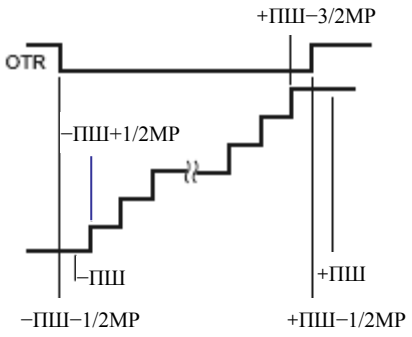
| Входное напряжение, В | Цифровой выход | Сигнал выхода за пределы диапазона, OTR |
|---|---|---|
| $U_{INA}-U_{INB} < -U_{REF}$ | 00 0000 0000 0000 | 1 |
| $U_{INA}-U_{INB} = -U_{REF}$ | 00 0000 0000 0000 | 0 |
| $U_{INA}-U_{INB} = 0$ | 10 0000 0000 0000 | 0 |
| $U_{INA}-U_{INB} = +U_{REF} - EMP$ | 11 1111 1111 1111 | 0 |
| $U_{INA}-U_{INB} \geq +U_{REF}$ | 11 1111 1111 1111 | 1 |

### 5.8.2 Сигнал выхода за пределы диапазона (OTR)

Условие «вне диапазона» существует, когда напряжение на аналоговом входе находится за пределами входного диапазона преобразователя. Сигнал OTR – это цифровой выходной сигнал, который обновляется вместе с выходными данными, соответствующими конкретной выборке напряжения на аналоговом входе. Следовательно, сигнал OTR имеет такую же задержку, характерную для АЦП конвейерной архитектуры, что и цифровые данные. Сигнал OTR находится в пассивном низком логическом состоянии (LOW), когда аналоговое входное

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

напряжение находится внутри аналогового входного диапазона, и находится в активном высоком логическом состоянии (HIGH), когда напряжение на аналоговом входе выходит за пределы входного диапазона, как показано на рисунке 28.




ПШ – полная шкала

Рисунок 28 – Формирование сигнала OTR относительно конечных точек входного диапазона

Сигнал OTR будет оставаться на высоком уровне, пока аналоговый входной сигнал не вернется в пределы входного диапазона и не будет завершено другое преобразование. Путем логического объединения по «И» сигнала OTR с СЗР данных и последующей инверсии могут быть сформированы сигналы выхода за нижнюю границу и верхнюю границу диапазона. Таблица 8 – это таблица истинности для реализации схемы формирования сигналов выхода за нижнюю границу и верхнюю границу диапазона, изображенной на рисунке 29, которая использует для этой цели вентили И-НЕ. Системы, требующие программируемого коэффициента усиления входного сигнала для адаптации последнего под входной диапазон ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ, могут мгновенно выявить факт выхода за пределы диапазона, и, таким образом, ограничить число итераций выбора коэффициента усиления. Кроме того, сигнал OTR может использоваться для цифрового сдвига и калибровки коэффициента усиления.

Таблица 8 – Таблица истинности для реализации схемы формирования сигналов выхода за нижнюю границу и верхнюю границу диапазона

| OTR | СРЗ | Сигнал на аналоговом входе |
|---|---|---|
| 0 | 0 | в пределах входного диапазона |
| 0 | 1 | в пределах входного диапазона |
| 1 | 0 | до нижней границы диапазона |
| 1 | 1 | за верхней границей диапазона |

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

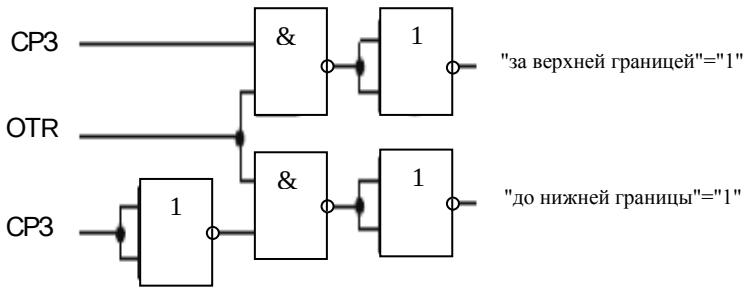



Рисунок 29 – Логика формирования сигналов выхода за нижнюю границу и верхнюю границу диапазона

5.8.3 Некоторые замечания о выходных драйверах

Выходные передатчики ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ конфигурированы для совместимости с семействами логики с напряжением питания 5 В. Выходные передатчики ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ разработаны с расчетом обеспечения достаточного выходного тока для управления логическими схемами широкого спектра серий. Следует отметить, однако, что большие выходные токи часто вызывают выбросы на шинах питания и могут воздействовать на параметр SINAD преобразователя. Схемы применения, требующие, чтобы ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ работали на большие емкостные нагрузки или с большим коэффициентом разветвления по выходу, могут потребовать дополнительных развязывающих конденсаторов по питанию $U_{CCDD}$. В экстремальных случаях, могут потребоваться внешние буферы или защелки.

5.8.4 Синхросигнал

Система внутренней синхронизации ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ использует оба фронта входного тактового сигнала для создания различных внутренних сигналов. Входной тактовый сигнал должен иметь длительность высокой и низкой части ($t_{WH_C}$ и $t_{WL_C}$) не меньше значений, заданных в ТУ. Например, входной тактовый сигнал ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ, работающих со скоростью 3 МГц должен иметь коэффициент заполнения (45 ÷ 55) % (скважность от 1,82 до 2,22), чтобы соответствовать временным требованиям, т.к. минимальная заданная длительность для $t_{WH_C}$ и $t_{WL_C}$ равна 150 нс.

Для частот синхросигнала ниже 3 МГц скважность синхроимпульсов может отличаться от вышеприведенных значений, но требования по минимальной длительности параметров $t_{WH_C}$ и $t_{WL_C}$ должны быть удовлетворены.

Все быстродействующие АЦП с высоким разрешением чувствительны к качеству входного тактового сигнала.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ухудшение параметра SNR при заданном полномасштабном входном сигнале частоты $f_{IN}$ только из-за нестабильности (jitter) апертуры (фазы) может быть выражено формулой:

$$SNR = 20 \lg[1/(2 \cdot \pi \cdot f_{IN} \cdot t_A)] \quad (7)$$

В этой формуле среднеквадратическое значение нестабильности апертуры $t_A$ равно квадратному корню из суммы квадратов всех источников фазовой нестабильности: входного тактового сигнала, аналогового входного сигнала и нестабильности апертуры самого АЦП. Например, если при полномасштабном синусоидальном входном сигнале частоты 1,5 МГц, АЦП делает выборки с полным среднеквадратическим значением нестабильности апертуры 15 пс, то параметр SNR этого АЦП не будет превышать 77 дБ. Схемы применения АЦП в режиме субдискретизации (undersampling) особенно чувствительны к нестабильности фазы.

Тактовый входной сигнал должен рассматриваться как аналоговый сигнал в случаях, когда нестабильность апертуры может оказывать влияние на динамический диапазон ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ. Следовательно, питание формирователя синхросигнала должно быть отделено от источников питания выходных передатчиков АЦП, чтобы избежать модуляции синхросигнала цифровым шумом. Кварцевые генераторы, имеющие малую нестабильность (jitter), являются наилучшими источниками синхросигнала. Если синхросигнал подвергается неким преобразованиям (пропускается через вентили, делится и т.п.), то он должен быть восстановлен (ресинхронизирован) с помощью исходного синхросигнала в конце цепочки.

Большая часть мощности, рассеиваемой ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ, потребляется от источника аналогового питания. Однако, с понижением тактовой частоты несколько снижается ток, потребляемый цифровой частью. На рисунке 30 показано соотношение между потребляемой мощностью и частотой тактового сигнала.

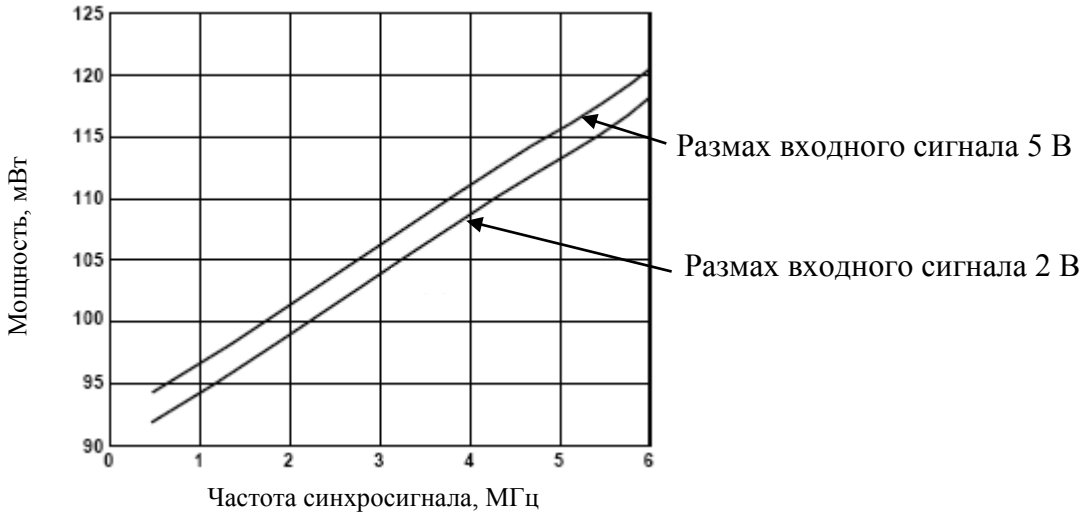



Рисунок 30 – Зависимость потребляемой мощности ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ от частоты тактового сигнала

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

## 6 Указания по применению

### 6.1 Заземление и фильтрация питания

#### 6.1.1 Аналоговая и цифровая «земля»

Правильное заземление очень важно для любой быстродействующей системы с высоким разрешением. Многослойные печатные платы рекомендуются для обеспечения оптимальных схем заземления и питания. Использование отдельных слоев платы для земли и питания дает следующие явные преимущества:

а) минимизация петлевых областей, охваченных проводником прямого распространения сигнала и его возвратным током к источнику питания;

б) минимизация сопротивлений, связанных с проводниками земли и питания;

в) распределенная емкость, образованная слоями питания платы, изолятором платы и земляным слоем платы.

Реализация, обеспечивающая выше перечисленные преимущества, приводит как к снижению электромагнитных помех, так и к общему улучшению рабочих характеристик.

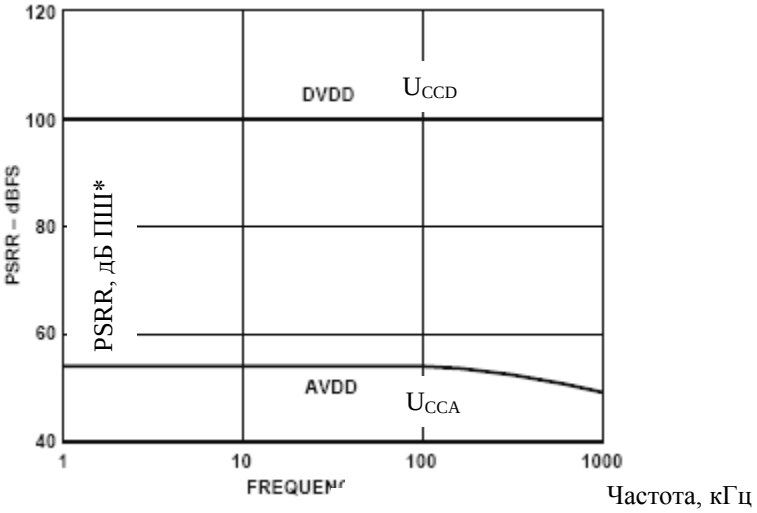
Очень важно выполнить разводку на печатной плате так, чтобы предотвратить влияние шумов на входной сигнал. Цифровые сигналы не должны проходить параллельно с трассами входного аналогового сигнала, а должны проходить вдали от них. Несмотря на то, что ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ имеют отдельные выводы аналоговой и цифровой земли, все они должны рассматриваться как аналоговые. Выводы AGND, DGND и DDGND должны быть соединены вместе прямо под корпусом ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ. Единый слой земли под корпусом ИС АЦП вполне приемлем, если разводка питания и проводники возвратных токов на землю выполнены аккуратно. Альтернативный вариант, земляной слой под ИС АЦП может содержать аналоговую и цифровую секции, разведенные так, чтобы направлять аналоговые и цифровые токи в соответствующие секции слоя земли, в противном случае перекрестные помехи между аналоговыми и цифровыми токами неизбежны. Аналоговая и цифровая секции слоя земли соединяются перемычкой под корпусом АЦП.

#### 6.1.2 Фильтрация аналогового и цифрового питания

ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ имеют отдельные аналоговые и цифровые выводы земли и питания, что помогает минимизировать цифровое воздействие на чувствительные аналоговые сигналы.

Не допускается подключение внешних связей на неиспользуемые выводы микросхем 7, 18, 19, 20, имеющих обозначение DNC.

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. Инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.




* дБ ПШ – дБ по отношению к полной шкале

Рисунок 31 – Зависимость коэффициента подавления помех источника питания (PSRR) от частоты у ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ

На рисунке 31 показана зависимость коэффициента подавления помех на источнике питания от частоты при пульсациях 200 мВ (от пика до пика), поданных на оба вывода $V_{CCA}$ и $V_{CCD}$.

Вообще, фильтрация аналогового питания $U_{CCA}$ ИС должна выполняться на аналоговую общую шину AGND так близко физически к корпусу ИС, насколько это возможно. На рисунке 32 показана рекомендуемая развязка аналогового питания. Керамические конденсаторы поверхностного монтажа емкостью 0,1 мкФ обеспечивают адекватно низкое сопротивление в широком диапазоне частот. Отметим, что выводы $V_{CCA}$ и AGND микросхем 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ расположены рядом, чтобы упростить разводку проводников печатной платы для установки развязывающих конденсаторов и обеспечить насколько возможно кратчайшую длину проводников к ним.

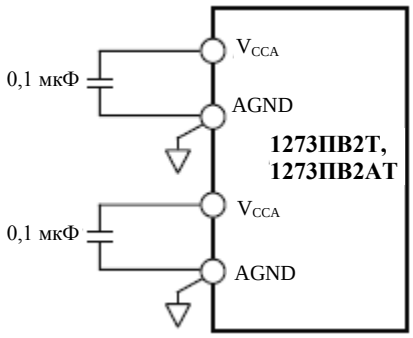



Рисунок 32 – Фильтрация аналогового питания.

На контакт CML выведено напряжение аналогового смещения, внутренне используемое ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ. К этому выводу должен подключаться фильтрующий конденсатор емкостью, как минимум, 0,1 мкФ, как показано на рисунке 33. Уровень постоянного напряжения на выводе CML составляет примерно $U_{CCA}/2$. Если его предполагается использовать для какого-либо внешнего применения, то необходима установка внешнего буфера.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

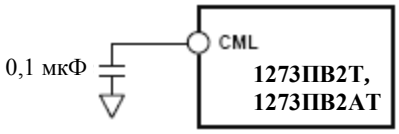



Рисунок 33 – Фильтрация напряжения на выводе CML

Цифровые сигналы в ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ используются в двух блоках: коррекции кода и выходных передатчиках. В блоке коррекции кода генерируются относительно небольшие выбросы тока, в основном во время фронтов синхросигнала. Выходные передатчики потребляют большие импульсы тока, когда меняются выходные разряды. Величина и длительность этих токов является функцией нагрузки на выходные сигналы разрядов кода: следует избегать больших емкостных нагрузок. Отметьте, что питание внутренней логики коррекции кода ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ осуществляется от источника $U_{CCD}$, а питание выходных передатчиков от источника $U_{CCDD}$.

Фильтрация цифрового питания ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ показана на рисунке 34. При разумной емкостной нагрузке на цифровых выходах (обычно 20 пФ на каждый вывод) достаточно керамического конденсатора поверхностного монтажа емкостью 0,1 мкФ. В схемах, имеющих цифровые нагрузки большей величины, должны применяться пропорционально большие емкости конденсаторов развязки и (или) использоваться внешние буферы или защелки.

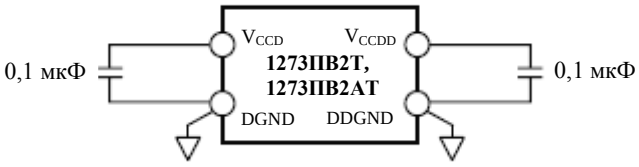



Рисунок 34 – Фильтрация цифрового питания

Полная схема фильтрации питания ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ должна также включать танталовые или электролитические конденсаторы большой емкости для снижения низкочастотных пульсаций до незначительных уровней.

## 6.2 Прямое преобразование сигнала промежуточной частоты с помощью ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ

Как было указано ранее, ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ в дифференциальном режиме сохраняют свои отличные динамические характеристики достаточно далеко за пределами полосы 0...$F_S$/2 (baseband), в нескольких следующих зонах Найквиста. Следовательно, АЦП может быть использован как прямой преобразователь сигнала ПЧ в узкополосных и широкополосных применениях. ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ сохраняют отличные динамические характеристики при работе с входными сигналами диапазона ПЧ (см. рисунки 35 и 36). В результате процесса выборки АЦП модулирующий сигнал промежуточной

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

частоты (ПЧ) будет отображаться (или зеркально отображаться) на базовую полосу частот 0...$F_S/2$ подобно тому, как это происходит в смесителе с модулирующим сигналом несущей радиочастоты. Для сигналов, дискретизация которых выполняется в различных зонах Найквиста, могут быть использованы нижеприведенные выражения для определения частоты сигнала, отображенного в базовую полосу 0...$F_S$ /2 после дискретизации:

$f_{1\,NYQUIST} = f_{SIGNAL}$ (первая зона Найквиста)

$f_{2\,NYQUIST} = f_{SAMPLE} - f_{SIGNAL}$ (вторая зона Найквиста)

$f_{3\,NYQUIST} = \left| f_{SAMPLE} - f_{SIGNAL} \right|$ (третья зона Найквиста)

$f_{4\,NYQUIST} = 2\times f_{SAMPLE} - f_{SIGNAL}$ (четвертая зона Найквиста)

$f_{5\,NYQUIST} = \left| 2\times f_{SAMPLE} - f_{SIGNAL} \right|$ (пятая зона Найквиста)

$f_{6\,NYQUIST} = 3\times f_{SAMPLE} - f_{SIGNAL}$ (шестая зона Найквиста)

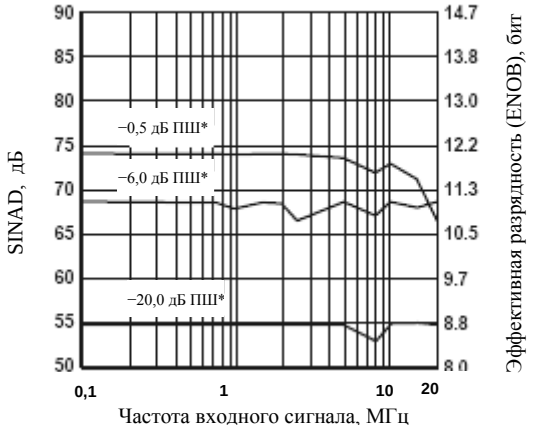
$f_{7\,NYQUIST} = \left| 3\times f_{SAMPLE} - f_{SIGNAL} \right|$ (седьмая зона Найквиста)

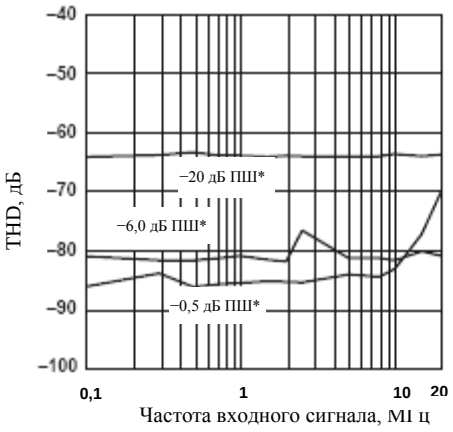
$f_{8\,NYQUIST} = 4\times f_{SAMPLE} - f_{SIGNAL}$ (восьмая зона Найквиста)

$f_{9\,NYQUIST} = \left| 4\times f_{SAMPLE} - f_{SIGNAL} \right|$ (девятая зона Найквиста), и т.д.

Имеется ряд потенциальных преимуществ в использовании аналого-цифрового преобразования для отображения узкополосного или широкополосного модулирующего сигнала на промежуточной частоте в начальную область спектра. Первое и самое главное преимущество – отсутствие необходимости в сложном каскаде смесителя с присущими ему усилителями и фильтрами, что снижает стоимость и рассеиваемую мощность. Второе – это возможность применять различные методы ЦОС для выполнения таких функций как фильтрация, выбор каналов, квадратурная демодуляция, децимация данных и детектирование.

Один пример: оцифровка сигнала на ПЧ 10,7 МГц с помощью синхросигнала выборки частотой 2,5 МГц с малой фазовой нестабильностью. Используя вышеприведенное выражение для девятой зоны Найквиста, получаем: частота сигнала в базовой области после выборки равна 700 кГц. На рисунке 37 показана типовая АЧХ микросхем при таких условиях применения. Графики, данные на рисунке 38 показывают, что ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ сохраняет хорошие значения параметра SFDR в широком диапазоне амплитуд входного сигнала.




*Амплитуда входного сигнала в дБ, по отношению к полной шкале (ПШ)

Рисунок 35 – Зависимость SINAD от частоты входного сигнала (размах входного сигнала = 2 В, $U_{CM}$ = 2,5 В)

Рисунок 36 – Зависимость THD от частоты входного сигнала (размах входного сигнала = 2 В, $U_{CM}$ = 2,5 В)



Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

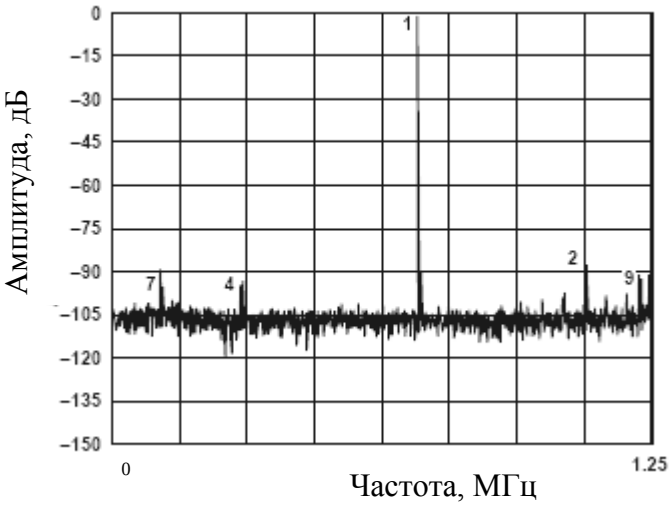
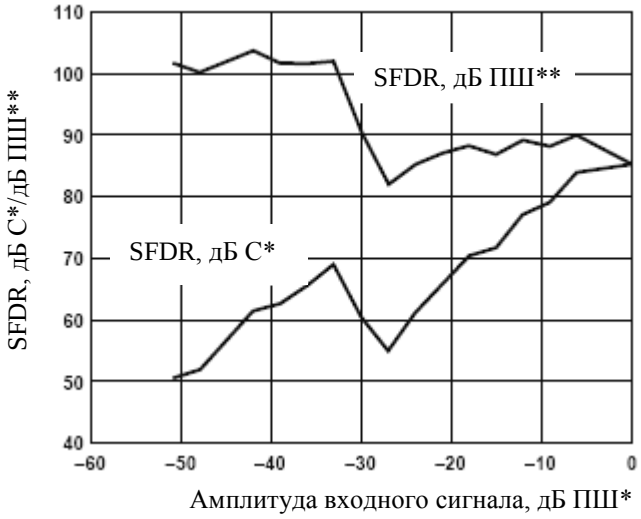



Рисунок 37 – АЧХ ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ при дискретизации входного сигнала на ПЧ 10,7 МГц (размах входного сигнала 2 В от пика до пика, $U_{СМ}$ = 2,5 В)




* дБ С- дБ по отношению к амплитуде входного сигнала

** дБ ПШ- дБ по отношению к полной шкале (ПШ)

Рисунок 38 – Зависимость параметра SFDR ИС 1273ПВ2Т, 1273ПВ2АТ (при использовании дифференциального входного сигнала) от амплитуды входного сигнала при дискретизации сигнала на ПЧ 10,7 МГц

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

# Лист регистрации изменений

| Изм. | Номера листов (страниц) | | | | Всего листов (страниц) в докум. | № документа | Входящий № сопроводительного документа и дата | Подп. | Дата |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | изменённых | заменённых | новых | аннулированных | | | | | |
| 1 | 1 | 2-4,11-55 | 8а-8в, 10а | - | 60 | ГКДЯ.023-2011 | - | | 10.08.11 |
| 2 | - | 16, 49 | - | - | - | ГКДЯ.068-2014 | - | | 27.11.14 |

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. Инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.