ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71896— 2024

МИКРОСХЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ. АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Методы измерения времени преобразования

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт радиоэлектроники» (ФГБУ «ВНИИР»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 303 «Электронная компонентная база, материалы и оборудование»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 декабря 2024 г. № 1967-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МИКРОСХЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ. АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Методы измерения времени преобразования

Integrated circuits. Analog-digital converters. Methods for measuring conversion time

Дата введения — 2025—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на интегральные микросхемы линейных аналого-цифровых преобразователей (АЦП) напряжения в цифровой код с числом эквивалентных двоичных разрядов до 32 включительно и устанавливает методы измерения времени преобразования.

Настоящий стандарт устанавливает два метода измерения времени преобразования:

метод 1 — для измерения времени преобразования АЦП, имеющих вход запуска (начала преобразования) и не имеющих выхода готовности данных (конца преобразования);

метод 2 — для измерения времени преобразования АЦП, имеющих вход запуска и выход готовности данных.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 57435 Микросхемы интегральные. Термины и определения

ГОСТ Р 57441 Микросхемы интегральные. Термины, определения и буквенные обозначения электрических параметров

ГОСТ Р 70845 Микросхемы интегральные. Термины, определения и буквенные обозначения параметров цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей

ГОСТ Р 71057 Микросхемы интегральные полупроводниковые. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Система параметров

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

Издание официальное

3 Термины и определения

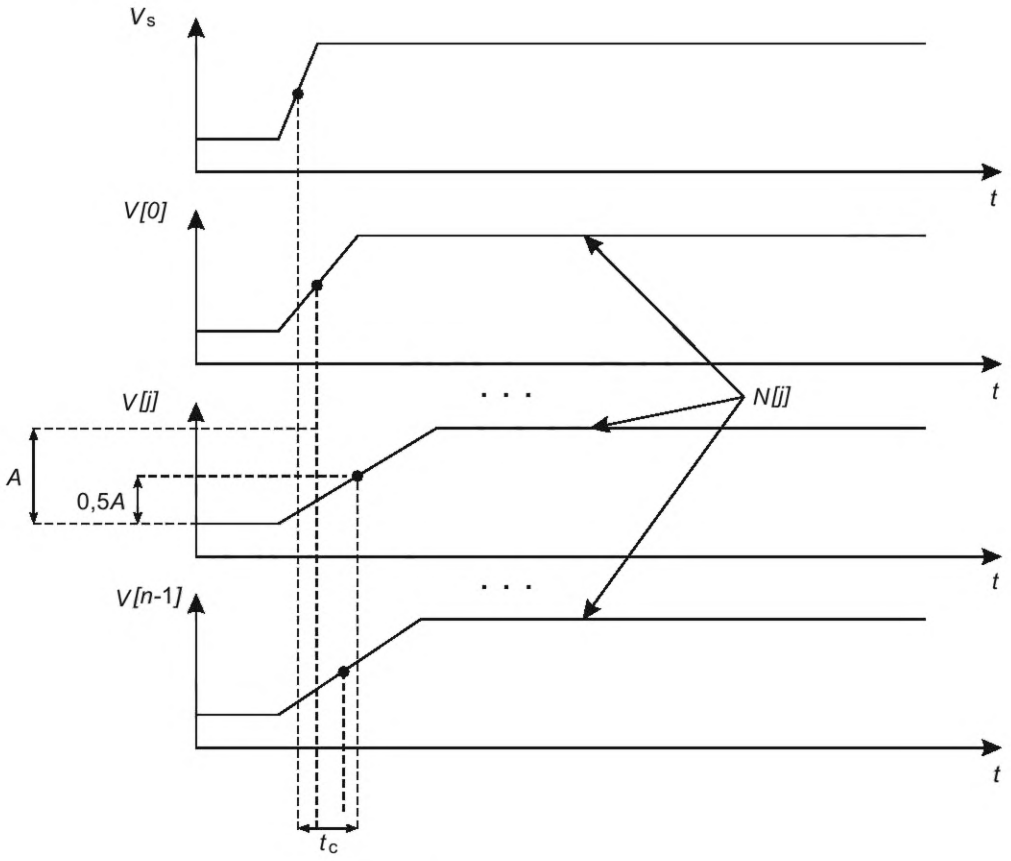
В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 57435, ГОСТ Р 57441, ГОСТ Р 71057, ГОСТ Р 70845, а также следующий термин с соответствующим определением:

3.1 **число эквивалентных двоичных разрядов:** Округленный до целого числа в сторону увеличения двоичный логарифм номинального числа возможных значений выходного кода.

4 Метод 1

4.1 Время преобразования определяют путем измерения интервала времени от момента поступления сигнала запуска до момента появления заданного значения выходного кода.

Момент появления заданного значения выходного кода фиксируют по уровню 0,5 от амплитудного значения импульсов напряжения на кодовых выходах, если иное не установлено в стандартах или ТУ на АЦП (см. рисунок 1).



V_s — сигнал запуска (начала преобразования); $V[0]$,…$V[j]$,…$V[n\text{-}1]$ — значение напряжений на кодовых выходах; n — число кодовых выходов; А — амплитудное значение импульса напряжения на кодовом выходе; $N[j]$ — заданное значение выходного кода; t_c — время преобразования

Рисунок 1

Примечания

1 При измерении времени преобразования АЦП со встроенным источником опорного напряжения источник $G2$ в измерительной установке может отсутствовать.

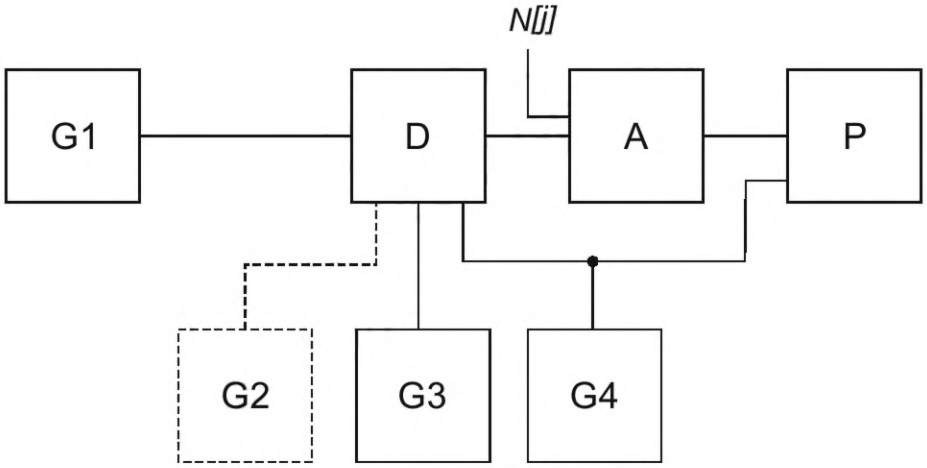
2 К кодовым выходам АЦП при измерении подключают нагрузку, параметры и схема включения которой должны соответствовать установленным в ТУ.

4.2 Условия и режим измерения

Заданное значение выходного кода должно соответствовать установленному в ТУ.

4.3 Аппаратура

4.3.1 Измерение следует проводить на установке, электрическая структурная схема которой приведена на рисунке 2.



- - - - — опционально; ——— — обязательно; A — устройство сравнения; D — АЦП;

G1 — источник входного напряжения; G2 — источник опорного напряжения; G3 — источник напряжения питания; G4 — цифровое устройство ввода-вывода; P – измеритель временных интервалов

Рисунок 2

4.3.2 Источник входного напряжения G1 должен обеспечивать подачу на аналоговый вход АЦП линейно возрастающего напряжения, параметры которого должны соответствовать установленным в ТУ.

Допускается в качестве источника входного напряжения применять программируемый источник напряжения.

Интегральная нелинейность источника G1 во всем диапазоне значений выходного напряжения должна соответствовать установленной в ТУ и находиться в диапазоне:

а) ±1/8 от номинального значения кванта преобразования — для АЦП с числом эквивалентных двоичных разрядов до 10 включительно;

б) ±1/4 от номинального значения кванта преобразования — для АЦП с числом эквивалентных двоичных разрядов от 11 до 14;

в) ±1/2 от номинального значения кванта преобразования — для АЦП с числом эквивалентных двоичных разрядов от 15 до 32.

4.3.3 Источник опорного напряжения G2 должен обеспечивать подачу на опорный вход АЦП напряжения, параметры которого должны соответствовать установленным в ТУ.

4.3.4 Источник напряжения питания G3 должен обеспечивать подачу на входы питания АЦП напряжений и токов питания, параметры которых должны соответствовать установленным в ТУ.

4.3.5 Цифровое устройство ввода-вывода G4 должно обеспечивать подачу на АЦП управляющих сигналов, сигналов тактирования, осуществлять обмен данными с АЦП, используя цифровой интерфейс.

Параметры цифровых сигналов на выходе устройства G4 (частота, амплитуда, время нарастания, длительность, время спада) должны соответствовать установленным в ТУ.

4.3.6 Устройство сравнения A должно формировать сигнал в момент совпадения текущего значения выходного кода АЦП с заданным значением выходного кода *N[j].*

Погрешность определения устройством сравнения A момента совпадения текущего значения выходного кода АЦП с заданным значением выходного кода должна находиться в пределах:

а) ±0,1 $t_{с,ном}$ — для АЦП, имеющих значение $t_{с,ном} \leq 500$ нс, и

б) ±0,05 $t_{с,ном}$ — для АЦП, имеющих значение $t_{с,ном} > 500$ нс,

где $t_{с,ном}$ — номинальное значение времени преобразования АЦП.

Допускается использовать устройства сравнения, имеющие систематическую составляющую погрешности определения момента совпадения текущего значения выходного кода АЦП с заданным значением выходного кода, которую учитывают при измерении.

4.3.7 Измеритель временных интервалов Р должен обеспечивать измерение интервала времени между сигналом запуска АЦП с цифрового устройства ввода-вывода G4 и сигналом совпадения с выхода устройства сравнения А во всем диапазоне возможных значений времени преобразования АЦП.

Измеритель Р должен запускаться от каждого импульса запуска АЦП и выдавать результат измерения в случае поступления сигнала совпадения от устройства сравнения А.

Погрешность измерения временных интервалов измерителем должна находиться в интервале ±5 % $t_{с,ном}$.

4.4 Подготовка к измерениям

4.4.1 Подготавливают измерительную установку к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на установку.

4.4.2 Подключают АЦП к измерительной установке.

4.5 Проведение измерений

4.5.1 В установленном в ТУ порядке подают напряжения питания на АЦП от источника G3 и опорное напряжение от источника G2.

Подают с цифрового устройства ввода-вывода G4 на цифровые входы АЦП управляющие сигналы, сигналы тактирования. При наличии конфигурационных регистров проводят их инициализацию, выполняют калибровку.

4.5.2 Подают на вход устройства сравнения установленное значение кода *N[j]*.

4.5.3 Подают на аналоговый вход АЦП напряжение от источника входного напряжения G1.

4.5.4 Измеряют время преобразования измерителем временных интервалов Р.

4.6 Показатели точности измерений

4.6.1 Погрешность измерения времени преобразования, приведенная к норме на измеряемый параметр, с установленной вероятностью 0,95 должна находиться в интервале ±20 % — для значения времени преобразования до 500 нс и ±10 % — для значений времени преобразования более 500 нс и соответствовать установленной в ТУ.

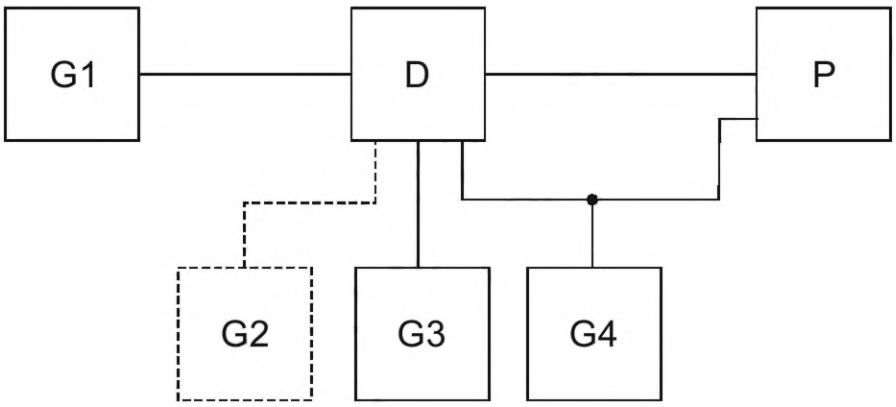
4.6.2 Формула для расчета показателей точности измерения приведена в приложении А.

5 Метод 2

5.1 Время преобразования определяют путем измерения интервала времени от момента поступления сигнала запуска до момента появления сигнала готовности данных.

5.2 Аппаратура

5.2.1 Измерение следует проводить на установке, электрическая структурная схема которой приведена на рисунке 3.



- - - - — опционально; ——— — обязательно; D — АЦП; G1 — источник напряжения; G2 — источник опорного напряжения; G3 — источник напряжения питания; G4 — цифровое устройство ввода-вывода; Р — измеритель временных интервалов

Рисунок 3

Примечания

1 При измерении времени преобразования АЦП со встроенным источником опорного напряжения источник G2 в измерительной установке может отсутствовать.

2 К выходу готовности данных АЦП при измерении подключают нагрузку, параметры и схема включения которой должны соответствовать установленным в ТУ.

5.2.2 Источник напряжения G1 должен обеспечивать подачу на аналоговый вход АЦП постоянного напряжения, значение которого принадлежит номинальному диапазону входного напряжения АЦП.

5.2.3 Требования к источнику опорного напряжения G2 — в соответствии с 4.3.3.

5.2.4 Требования к источнику напряжения питания G3 — в соответствии с 4.3.4.

5.2.5 Требования к генератору импульсов G4 — в соответствии с 4.3.5.

5.2.6 Измеритель временных интервалов P должен обеспечивать измерение интервала времени между сигналом запуска и сигналом готовности данных во всем диапазоне возможных значений времени преобразования АЦП.

Погрешность измерения временных интервалов измерителем должна находиться в пределах ±5 %.

5.3 Подготовка к измерениям — в соответствии с 4.4.

5.4 Проведение измерений

5.4.1 В установленном в ТУ порядке подают напряжения питания от источника G3, опорное напряжение — от источника G2.

Подают с цифрового устройства ввода-вывода G4 на цифровые входы АЦП управляющие сигналы, сигналы тактирования. При наличии конфигурационных регистров проводят их инициализацию, выполняют калибровку.

5.4.2 Подают на аналоговый вход АЦП напряжение от источника напряжения G1.

5.4.3 Измеряют время преобразования измерителем временных интервалов P.

5.5 Показатели точности измерений — в соответствии с 4.6.

Приложение А
(справочное)

Расчет показателей точности измерений

А.1 Границы интервала относительной погрешности измерения времени преобразования по методу 1 δ_1 определяют по формуле

$$\delta_1 = \pm K_1 \sqrt{\left(\frac{\delta_p}{K_p}\right)^2 + \sum_{i=1}^{e}\left(a_i \frac{\delta_i}{K_i}\right)^2 + \sum_{j=1}^{m}\left(a_j \frac{\delta_j}{K_j}\right)^2 + \sum_{i=1}^{n}\left(a_k \frac{\delta_k}{K_k}\right)^2 + \left(a_u \frac{\delta_u}{K_u}\right)^2 + \left(\frac{\delta_t}{K_t}\right)^2}, \quad (A.1)$$

где δ_1 — относительная погрешность измерителя временных интервалов P;

δ_i — относительная погрешность установления и поддержания напряжения питания на *i*-м выводе питания;

δ_j — относительная погрешность установления и поддержания *j*-го параметра внешних условий;

δ_k — относительная погрешность установления и поддержания параметра нагрузки;

δ_u — относительная погрешность установления и поддержания опорного напряжения;

δ_t — относительная погрешность определения устройством сравнения A момента совпадения кодов;

a_i — коэффициент влияния напряжения питания на *i*-м выводе питания на измеряемый параметр;

a_j — коэффициент влияния *j*-го параметра внешних условий на измеряемый параметр;

a_k — коэффициент влияния параметра нагрузки на измеряемый параметр;

a_u — коэффициент влияния опорного напряжения на измеряемый параметр;

K_1, K_p, K_i, K_j, K_k, K_u, K_t — коэффициенты, зависящие от закона распределения соответствующей погрешности δ_1, δ_p, δ_i, δ_j, δ_k, δ_u, δ_t и установленной вероятности.

А.2 Границы интервала относительной погрешности измерения времени преобразования по методу 2 δ_2 определяют по формуле

$$\delta_2 = \pm K_2 \sqrt{\left(\frac{\delta_p}{K_p}\right)^2 + \sum_{i=1}^{e}\left(a_i \frac{\delta_i}{K_i}\right)^2 + \sum_{j=1}^{m}\left(a_j \frac{\delta_j}{K_j}\right)^2 + \sum_{r=1}^{n}\left(a_k \frac{\delta_k}{K_k}\right)^2 + \left(a_u \frac{\delta_u}{K_u}\right)^2}, \quad (А.2)$$

где K_2 — коэффициент, зависящий от закона распределения погрешности δ_2 и установленной вероятности.

УДК 621.382:006.354

ОКС 17.080
17.220.20
31.080

Ключевые слова: микросхемы, аналого-цифровые преобразователи, время преобразования

Редактор *Е.Ю. Митрофанова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 25.12.2025. Подписано в печать 21.01.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 0,70.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru