

Евгений Звонарев (КОМПЭЛ)

ДО 220°С: ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОМПОНЕНТЫ TEXAS INSTRUMENTS



Для приложений с жесткими условиями эксплуатации (транспорт, авиация, добывающие, химические и пищевые отрасли) компания Texas Instruments (TI) выпускает высокотемпературные (High Temperature – HT) компоненты с диапазоном рабочих температур от -55 до 210°С. Цифровые сигнальные процессоры (ЦСП или DSP) имеют максимально допустимую верхнюю рабочую температуру даже 220°С.

Стандартным диапазоном рабочих температур для высокотемпературной продукции считается -55...210°С. При этом гарантированный срок эксплуатации микросхем составляет не менее 1000 часов при температуре 210°С.

Высокотемпературные компоненты TI применяются в приборах, работающих на буровых установках, в моторных отсеках и тормозных механизмах транспортных средств, в реактивных двигателях и системах управления самолетов, при управлении химическими процессами, а также для усиления и обработки сигналов датчиков в промышленном оборудовании, работающем при повышенных температурах. Некоторые наиболее популярные области применения высокотемпературных компонентов показаны на рис. 1. В таблице 1 приведены основные параметры HT-компонентов Texas Instruments. На момент написания статьи некоторые из них только планируются к выпуску.

В группу высокотемпературных компонентов TI входят следующие типы продукции:

- интерфейсы CAN и RS-485 с напряжением питания 3,3 В;
- АЦП (Дельта-Сигма АЦП и АЦП с высоким быстродействием);
- регулируемый стабилизатор с низким падением напряжения между входом и выходом (LDO) и микросхемы для импульсных DC/DC-преобразователей;
- прецизионный источник опорного напряжения (ИОН);
- операционные и инструментальные усилители;
- процессоры и микроконтроллеры.

Основные параметры и сокращенные наименования перечисленной выше продукции приведены в таблице 1.

Некоторые позиции из таблицы 1 планируются к выпуску в конце 2010 года. Большинство из перечисленных компонентов новой группы продукции высокотемпературных микросхем выпускаются и доступны для заказа (см. таблицу 1). В таблице не отражены типы возможных корпусов, поэтому для заказа позиции в конкретном корпусе необходимо найти на сайте производителя в разделе www.ti.com/ht полное наименование микросхемы. Микросхемы с максимальной рабочей температурой 175°С выпускаются в корпусах со стандартными размерами из высокотемпературного пластика. Такой корпус позволяет снизить стоимость компонента, если для приложения не требуется работа при температуре окружающей среды выше 175°С.

В документации каждой высокотемпературной позиции приводится конкретная зависимость срока эксплуатации от температуры кристалла. В качестве примера на рисунке 2 приведена зависимость этого параметра для АЦП ADS1282-HT. При рабочей температуре кристалла 110°С срок службы микросхемы составляет около 300 тысяч часов, при температуре кристалла 210°С гарантируется время эксплуатации более 1000 часов.

Выпускаемые и планируемые к выпуску высокотемпературные компоненты позволяют спроектировать надежные приборы для многих задач.

Инструментальные усилители

Прецизионные инструментальные усилители чаще всего используют для предварительного усиления выходных сигналов датчиков. Высокий коэффициент ослабления синфазного сигнала (КОСС) делает их незаменимыми для подавления синфазных помех, которые наводятся на высокоомные выходы некоторых датчиков. Прецизионный усилитель INA129-HT с низким потреблением предназначен для усиления сигналов мостовых датчиков, термопар,

Области применения компонентов T для ответственных приложений



Буровые установки



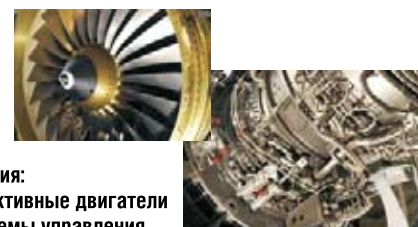
Автотранспорт:
- моторный отсек
- тормоза



Медицина:
- автоклавы
- стерилизаторы



Авиация:
- реактивные двигатели
- системы управления



Промышленность:
- химические процессы
- датчики и системы управления



Рис. 1. Некоторые области применения высокотемпературных компонентов TI

Таблица 1. Компоненты Texas Instruments для высокотемпературных приложений (High Temp = HT)

| Наименование | Диапазон рабочих температур, °C | Описание | Статус позиции |
|--|---------------------------------|---|----------------|
| Интерфейсы: | | | |
| SN65HVD233-HT | -55...175; -55...210 | CAN-трансивер с режимом Standby, напряжение питания 3,3 В | Active* |
| SN65HVD11-HT | -55...210 | Трансивер RS-485, напряжение питания 3,3 В | Active |
| АЦП: | | | |
| ADS1278-HT | -55...210 | АЦП, Дельта-Сигма, 24 разряда, 8 входов, 128 кГц | Active |
| ADS1282-HT | -55...210 | АЦП, Дельта-Сигма, высокое разрешение, программируемый усилитель | Active |
| ADS1243-HT | -55...210 | АЦП, 24 разряда, малошумящее (Low-Noise) | 2H2010** |
| ADS8320-HT | -55...210 | АЦП, 16 разрядов, высокое быстродействие, низкое потребление | 2H2010 |
| LDO-стабилизатор и микросхемы для DC/DC-преобразователей: | | | |
| TPS76901-HT | -55...175; -55...210 | LDO-стабилизатор, 100 мА, регулируемый выход | Active |
| TPS62000-HT | -55...210 | DC/DC-преобразователь, понижающий, 300 мА, регулируемый выход | Active |
| TPS62110-HT | -55...175 | DC/DC-преобразователь, понижающий, 700 мА, регулируемый выход, вход до 17 В | 2H2010 |
| TPS40200-HT | -55...210 | DC/DC-контроллер для понижающего преобразователя с широким входом | Active |
| TPS40210-HT | -55...210 | DC/DC-контроллер для повышающего преобразователя, вход от 4,2 до 52 В | Active |
| Источник опорного напряжения: | | | |
| REF5025-HT | -55...210 | Прецизионный ИОН, низкий шум, очень низкий дрейф напряжения | Active |
| Операционные и инструментальные усилители: | | | |
| OPA2333-HT | -55...210 | ОУ, КМОП, микро мощный, 1,8 В, 17 мкА, 2 мкВ | Active |
| OPA211-HT | -55...210 | ОУ, прецизионный, низкое потребление, шум 1,1 нВ/√Гц | Active |
| INA117-HT | -55...210 | ОУ, инструментальный, высокое ослабления синфазного сигнала | 2H2010 |
| INA129-HT | -55...210 | ОУ, инструментальный, прецизионный, низкое потребление | Active |
| INA333-HT | -55...210 | ОУ, инструментальный, однополярное питание, низкое потребление | Active |
| INA271-HT | -55...210 | ОУ, инструментальный, для усиления сигнала датчика тока | Active |
| THS4521-HT | -55...210 | ОУ, полностью дифференциальный, Rail-to-Rail выход | 2H2010 |
| Процессоры и микроконтроллеры: | | | |
| SM470R1B1M-HT | -55...220 | Микроконтроллер, ARM7, 60 МГц | Active |
| SM320F2812-HT | -55...220 | ЦСП (DSP), 32 разряда, для управления двигателем | Active |
| SM320F28335-HT | -55...220 | ЦСП (DSP), 32 разряда, плавающая точка, для управления двигателем | 2H2010 |
| MSP430F2619S-HT | -55...150 | Микроконтроллер, 16 разрядов, ультранизкое потребление | Active |
| OMAP-L137-HT | -55...175 | Процессор (ARM9 + DSP) для приложений с низким потреблением | 2H2010 |

*Active – позиция активна (выпускается)

**2H2010 – начало выпуска ожидается во второй половине 2010 года.

терморезисторов и датчиков, используемых в медицине. Высокий КОСС 120 дБ (минимальное значение), низкое напряжение смещения 50 мкВ (макс.), широкий диапазон напряжений питания от 2,25 до 18 В, встроенная защита входов до 40 В позволяют проектировать надежные усилительные каскады для приложений с жесткими условиями эксплуатации.

При проектировании однополярных усилительных каскадов нельзя обойти вниманием инструментальный усилитель **INA333-HT** с очень популярным диапазоном напряжений питания от 1,8 до 5,5 В. Стоит обратить внимание, что минимальное значение напряжения питания составляет всего 1,8 В. Усилитель имеет встроенные фильтры радиочастотных помех на каждом входе, низкую спектральную плотность шума 50 нВ/√Гц. Напряжение шумов (от пика до пика) в полосе частот от 0,1 до 10 Гц не превышает 1,6 мкВ.

Нельзя обойти вниманием анонсированный к выпуску в ближайшее время инструментальный усилитель **INA117-HT**, имеющий очень высокий допусти-

мый уровень синфазных помех на входах до ±200 В при напряжении питания ±15 В. Защита входов от синфазных и дифференциальных помех до ±500 В, очень высокая линейность передаточной характеристики (нелинейность всего 0,001%) дополнительно повышают интерес к этому усилителю.

Для усиления сигнала датчика тока верхнего плеча Texas Instruments выпускает специализированный инструментальный усилитель **INA271-HT** с однополярным напряжением питания от 2,7 до 18 В. Усилитель обладает широким диапазоном допустимого синфазного напряжения на входе от -16 до 80 В и высокой точностью. Полоса пропускания этого усилителя достигает 130 кГц, что обеспечивает высокую скорость реакции на сигналы от датчика тока.

Полностью дифференциальный усилитель

Заслуживает внимания и планируемый к выпуску в ближайшее время полностью дифференциальный усилитель **THS4521-HT** с ультранизким потреблением и высоким быстродействием. Он

имеет широкую полосу пропускания 145 МГц и высокую скорость нарастания выходного напряжения 490 В/мкс. Rail-to-Rail-выход с выходным током до ±55 мА позволяет подключать к выходу низкоомную нагрузку.

Операционные усилители

Операционные усилители обычно используют для согласования выходных сигналов инструментальных усилителей с входным диапазоном АЦП. **OPA2333-HT** – это сдвоенный ОУ, характеризующийся ультранизким потреблением 80 мкА (макс.), низким напряжением сдвига и дрейфа (26 мкВ и 0,05 мкВ/°C соответственно). Rail-to-Rail входы и выход обеспечивают максимальное использование диапазона сигнала при напряжении питания от 1,8 до 5,5 В.

Есть также в этой коллекции прецизионный усилитель **OPA211-HT** с напряжением питания от ±2,25 до ±18 В, широкой полосой пропускания 80 МГц и Rail-to-Rail выходом. Усилитель отличается очень низким уровнем шумов 80 нВ (от пика до пика) в полосе частот от 0,1 до 10 Гц. Спектральная плотность

шума на частоте 1 кГц составляет всего 1,1 нВ/√Гц. Выходной ток ОРА211-НТ достигает 30 мА. Эти параметры позволяют получить очень широкий динамический диапазон усиления сигнала.

Аналого-цифровые преобразователи и ИОН

На момент написания этой статьи Texas Instruments выпускает два наименования высокотемпературных дельта-сигма АЦП **ADS1278-НТ** и **ADS1282-НТ**. В ближайшее время планируется начало производства 24-разрядного АЦП с низким шумом **ADS1243-НТ** и 16-разрядного АЦП с высоким быстродействием и низким потреблением **ADS8320-НТ**.

ADS1278-НТ с частотой преобразования до 128 ksp/s представляет собой восьмиканальный АЦП, каждый канал которого — это одноканальный преобразователь **ADS1271**. Полоса пропускания **ADS1278-НТ** достигает 62 кГц. При выборе режима высокого разрешения с частотой преобразования до 52 ksp/s отношение сигнал/шум составляет 111 дБ. Цифровой код передается по интерфейсу SPI.

ADS1282-НТ — это АЦП высокого разрешения со встроенным малошумящим программируемым усилителем (PGA). В режиме высокого разрешения при частоте выборки 250 sp/s и рабочей температуре 210°C отношение сигнал/шум (SNR) достигает 122 дБ. На входе этого преобразователя установлен двухканальный мультиплексор. С выхода АЦП сигнал подается на программируемый цифровой фильтр с калибровкой. Вывод цифровых данных осуществляется через SPI-интерфейс.

Для жестких условий эксплуатации выпускается прецизионный источник опорного напряжения **REF5025-НТ** с низким шумом и очень низким дрейфом. Формируемое опорное напряжение составляет 2,5 В. В диапазоне температур от -55 до 200°C температурный дрейф выходного напряжения не превышает 40 ppm/°C.

Микросхемы для DC/DC-преобразователей

На данный момент выпускается три наименования микросхем для высокотемпературных приложений и одна позиция **TPS62110-НТ** готовится к производству. Для DC/DC-преобразователя с выходным током до 300 мА выпускается микросхема **TPS62000-НТ** с возможностью установки пользователем требуемого выходного напряжения. Это DC/DC-преобразователь с высокой эффективностью (КПД достигает 95%) и частотой преобразования до 1 МГц. Имеется возможность задания уровня ограничения выходного тока. Диапазон входного напряжения от 2,0 до 5,5 В.

Для проектирования импульсных преобразователей с большими выходными

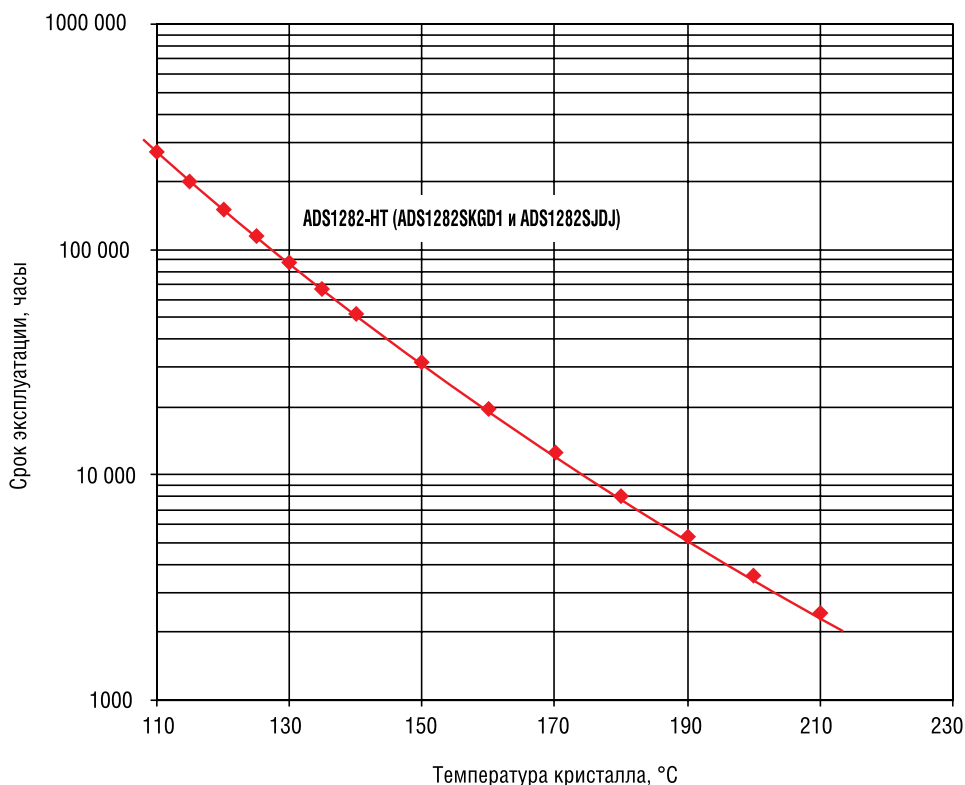


Рис. 2. Зависимость срока эксплуатации **ADS1282-НТ** от температуры кристалла

ми токами выпускаются контроллеры DC/DC. **TPS40200-НТ** — это контроллер для понижающего преобразователя с широким входом от 5,5 до 52 В. Микросхема имеет встроенный драйвер с выходным P-канальным транзистором, обеспечивающим выходной ток до 200 мА. Возможность выбора частоты преобразования в диапазоне от 35 до 500 кГц облегчает выбор внешних пассивных компонентов и обеспечивает гибкость проектирования. Выходное напряжение можно устанавливать в пределах от 0,7 В до 87% от входного напряжения.

Для повышающих DC/DC-преобразователей выпускается контроллер **TPS40210-НТ**. На основе этой микросхемы можно также проектировать DC/DC-преобразователи с топологиями Flyback и SEPIC. Контроллер имеет широкий диапазон входного напряжения от 5,5 до 52 В и обладает встроенной защитой от перегрузки по току. На основе этой микросхемы можно разрабатывать и схемы светодиодных драйверов для жестких условий эксплуатации.

Интерфейсные микросхемы

Для передачи цифровых данных в линейке высокотемпературной продукции имеются интерфейсы CAN с режимом Standby **SN65HVD233-НТ** и скоростью передачи до 1 Мбит/с и трансивер RS-485 **SN65HVD11-НТ**. Микросхемы рассчитаны на номинальное напряжение питания 3,3 В и имеют встроенную защиту от электростатического разряда до 16 кВ (для модели тела человека).

Процессоры и микроконтроллеры

Texas Instruments выпускает микроконтроллеры и цифровые сигнальные процессоры для высокотемпературных приложений. Верхняя рабочая температура ARM-микроконтроллера **SM470R1B1M-НТ** и DSP-процессора **SM320F2812-НТ** составляет 220°C. Микроконтроллер **MSP430F2619S-НТ** с ультранизким потреблением выпускается в пластиковом корпусе PQFP-64, поэтому максимальная рабочая температура этой микросхемы составляет 150°C. Пластиковый корпус позволяет существенно снизить стоимость микросхемы, но при этом, конечно, приходится ограничиваться меньшим температурным диапазоном. В ближайшее время планируется к выпуску процессор с низким потреблением **OMAP-L137-НТ**, объединяющий в одном корпусе микроконтроллер ARM9 и DSP-процессор.

Хотя все рассмотренные в этой статье компоненты производитель относит к группе высокотемпературных, хочется еще раз обратить внимание на то, что нижняя граница диапазона рабочих температур определяется значением -55°C.

Подробную документацию для выпускаемых сейчас высокотемпературных микросхем TI можно найти на сайте производителя в разделе www.ti.com/ht.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – e-mail: analog.vesti@compel.ru