

# Операционные усилители с низким энергопотреблением

Дмитрий ИВАНОВ,  
к. т. н.  
di@efo.ru

В статье сравниваются достижения компаний National Semiconductor и Analog Devices в области производства операционных усилителей с ультранизким потребляемым током.

## Введение

Эта статья продолжает серию публикаций, посвященных сравнению продукции ведущих мировых производителей аналоговых интегральных микросхем. В предыдущих публикациях были рассмотрены операционные усилители с самыми низкими входными токами [1] и лучшие операционные усилители класса Zero-Drift с очень низким температурным дрейфом напряжения смещения [2]. В данной статье речь пойдет об операционных усилителях, которые имеют очень низкий потребляемый ток — несколько микроампер на канал. Производители электронных компонентов обычно относят такие продукты к группе микропотребляющих (Micropower) [3] или малопотребляющих (Low Power) [4], но в последнее время в технической литературе все чаще стало встречаться слово «нанопотребляющий» (Nanopower), в том числе и применительно к операционным усилителям. Новый термин используется тогда, когда хотят подчеркнуть, что ток, потребляемый микросхемой от источника питания, меньше, чем 1 мкА.

## Лучшие микропотребляющие операционные усилители компаний National Semiconductor и Analog Devices

Компании National Semiconductor и Analog Devices, продукция которых представлена в таблице 1, входят в группу мировых лидеров в области производства операционных усилителей. National Semiconductor — одна из старейших в мире фирм, занятых разработкой и производством аналоговых микросхем. В 2009 году она отметила свое 50-летие. Фирма Analog Devices, основанная 44 года назад, производит как аналоговые, так и цифровые микросхемы. Ее линейные интегральные микросхемы и сигнальные процессоры хорошо известны российским разработчикам электронной аппаратуры.

В таблицу 1 попали по 5 операционных усилителей, которые у каждого из производителей являются лучшими по интересующему нас параметру — собственному току

потребления в расчете на один усилитель. Судя по приведенным данным, наименьший потребляемый ток (400 нА при напряжении питания +5 В) имеет одноканальный усилитель LPV521 — новая микросхема компании National Semiconductor, выпущенная в августе 2009 года. Вторую позицию (900 нА) занимает более старая разработка National Semiconductor — усилитель LPV511, выпущенный в 2007 году. Совсем немного от него (1000 нА/канал) отстают микросхемы фирмы Analog Devices — AD8500, AD8502 и AD8504, имеющие, соответственно, 1, 2 и 4 канала.

Среди двух- и четырехканальных усилителей первое место с большим отрывом занимают микросхемы AD8502 и AD8504.

Сравнение параметров лучших микропотребляющих операционных усилителей National Semiconductor и Analog Devices (табл. 2) показывает, что усилитель LPV521 имеет не только самый низкий потребляемый ток, но и самое низкое допустимое напряжение питания. Кроме того, у LPV521 почти в 3 раза ниже температурный дрейф напряжения смещения, а входные токи в 10 раз ниже, чем у AD8500, а также значительно выше коэффициент усиления и коэффициент ослабления синфазного сигнала. Еще одним преимуществом LPV521 является то, что этот усилитель имеет нормированные коэффициенты подавления помех на частотах 400, 900, 1800 и 2400 МГц.

К достоинствам усилителя AD8500 следует отнести более широкую, чем у LPV521, полосу пропускания и, соответственно, более высокую скорость нарастания выходного сигнала, а также более низкий шум.

Оба усилителя имеют одинаковые значения максимального напряжения питания и напряжения смещения, один и тот же рабочий температурный диапазон и выпускаются в однотипных корпусах.

## Заключение

Операционный усилитель — это микросхема с большим числом нормируемых параметров, среди которых потребляемый ток является, может быть, и не самым важным для многих приложений. В то же время есть

**Таблица 1.** Достижения компаний National Semiconductor и Analog Devices в области создания операционных усилителей с низким потребляемым током (напряжение питания микросхемы  $V_S = 5$  В; синфазное входное напряжение  $V_{CM} = V_S/2$ ; температура окружающей среды  $T_A = 25$  °С)

Наименование микросхемы	Производитель	Количество каналов	Напряжение питания, В	Потребляемый ток, мкА / канал
LPV521	National Semiconductor	1	1,6–5,5	0,4
LPV511	National Semiconductor	1	2,7–12	0,9
AD8500	Analog Devices	1	1,8–5,5	1
AD8502	Analog Devices	2	1,8–5,5	1
AD8504	Analog Devices	4	1,8–5,5	1
OP281	Analog Devices	2	2,7–12	5
OP481	Analog Devices	4	2,7–12	5
LPV324	National Semiconductor	2	2,7–5,0	7
LPV358	National Semiconductor	1	2,7–5,0	7,5
LPV321	National Semiconductor	4	2,7–5,0	9

**Таблица 2.** Параметры лучших микропотребляющих операционных усилителей (напряжение питания микросхемы  $V_S = 5$  В, синфазное входное напряжение  $V_{CM} = V_S/2$ , температура окружающей среды  $T_A = 25$  °С)

Параметр	LPV521	AD8500
Потребляемый ток, мкА	0,4	1
Минимальное напряжение питания, В	1,6	1,8
Максимальное напряжение питания, В	5,5	5,5
Напряжение смещения, мВ	±1	±1
Температурный дрейф напряжения смещения, мВ/°С	±3,5	±10
Входной ток, пА	±1	±10
Шум в полосе частот от 0,1 до 10 Гц (Peak-to-Peak), мкВ	22	6
Полоса пропускания, МГц	6,2	7
Скорость нарастания выходного напряжения, В/мс	2,4	4
Коэффициент усиления, дБ	132	120
Коэффициент ослабления синфазного сигнала, дБ	102	90
Коэффициент ослабления электромагнитных помех (400 МГц), дБ	121	н/н
Коэффициент ослабления электромагнитных помех (900 МГц), дБ	121	н/н
Коэффициент ослабления электромагнитных помех (1800 МГц), дБ	124	н/н
Коэффициент ослабления электромагнитных помех (2400 МГц), дБ	142	н/н
Рабочий температурный диапазон, °С	–40...+125	–40...+125
Тип корпуса	SC-70	SC-70

### Примечание:

н/н — параметр не нормируется производителем.

области применения, для которых собственный ток потребления усилителя, а значит, и рассеиваемая усилителем мощность имеют очень большое значение. В первую очередь, это важно для всевозможных переносных электронных устройств с батарейным питанием или для аппаратуры, в которой есть резервный батарейный источник питания, используемый при отключении или аварии основного источника. К таким устройствам относятся мобильные телефоны, радиостанции, переносные измерительные (рисунок) и медицинские приборы, охранные системы, стационарные системы с беспроводными удаленными датчиками и многие другие изделия электроники. Именно для таких применений и создан усилитель LPV521,



**Рисунок.** Пример применения операционного усилителя LPV521 в переносном газоанализаторе

который на данный момент имеет самый низкий ток потребления в активном режи-

ме — 400 нА, что на 3 порядка меньше, чем у большинства современных операционных усилителей общего назначения. ■

### Литература

1. Иванов Д. Как сделать «идеальный» операционный усилитель, или О том, как бывает полезно помнить закон Ома // Компоненты и технологии. 2008. № 6.
2. Иванов Д. Операционные усилители с «нулевым» температурным дрейфом // Компоненты и технологии. 2009. № 6.
3. <http://www.national.com/analog/amplifiers>
4. <http://www.analog.com/en/amplifiers-and-comparators/operational-amplifiers-op-amps/products/index.html>