

# ОПЕРАЦИОННЫЕ УСИЛИТЕЛИ

## В НОГУ СО ВРЕМЕНЕМ

Сегодня операционные усилители (ОУ) – один из ключевых компоновочных блоков практически любой электронной системы. С момента выпуска в 1963 году фирмой Fairchild Semiconductor микросхемы  $\mu A702$  – первого популярного монолитного ОУ – разработки подобных устройств направлены на постоянное совершенствование архитектурных и конструктивных решений, освоение современных сложнейших технологий. В результате на рынке появились устройства с отличными параметрами (высокими выходными характеристиками, низкими значениями потребляемой мощности и нелинейных искажений и т.п.) при низких значениях напряжения питания и малых габаритах микросхем. Рабочие характеристики этих дешевых современных компоновочных блоков, мировой объем продаж которых достигает 2 млрд. долл., весьма разнообразны и удовлетворяют любым требованиям системотехников. И пока кто-нибудь не изобретет "идеального ОУ", выбор нужного прибора оказывается не простой задачей.

### ФЕЙЕРВЕРК ХАРАКТЕРИСТИК

Характеристики микросхем ОУ – граничная частота, динамический диапазон, нелинейные искажения и шумы, потребляемая мощность – постоянно улучшаются, несмотря на необходимость снижения напряжения питания и габаритов микросхем, диктуемую огромным рынком портативных систем. Если полоса пропускания популярного в 70-е годы усилителя  $\mu A741$  составляла 1 МГц при токе потребления 10 мА, то сейчас разработчики могут заказать усилитель с полосой пропускания 350 МГц и рабочим током 1 мА/канал (микросхемы одинарного/двояного ОУ типа AD8038/8039 фирмы Analog Devices).

Сегодня разработчики ОУ сталкиваются с двумя основными тенденциями: ростом популярности микросхем с однополярным источником питания и стремительным ростом применения мобильных устройств. Это хорошо согласуется с тенденциями в области цифровой техники. Но при работе от однополярного источника уменьшаются динамический диапазон и полный размах (rail-to-rail) сигнала на входе и выходе, ухудшается отношение сигнал-шум. В области устройств с относительно малым быстродействием усилия разработчиков направлены на повышение уровня интеграции усилите-



М.Гольцова

лей с помощью цифровых методов подгонки параметров и регулировки напряжения смещения нуля наряду с улучшением рабочих характеристик при низких значениях напряжения питания.

Самым низким током потребления (типичное значение 600 нА, максимальное 1 мкА) на сегодняшний день характеризуются ОУ с rail-to-rail входом и выходом (т.е. с архитектурой, позволяющей работать с полным размахом, от отрицательного до положительного уровня, входного, выходного или обоих сигналов) семейства MCP6141/2/3/4 фирмы Microchip Technology. Работают они от однополярного источника питания на напряжение 1,4–5,5 В. Граничная частота этих микросхем равна 100 кГц. ОУ стабильны при усилении 10 В/В и выше. Выпускаются в восьми- и 14-выводных корпусах PDIP/SOIC/TSSOP. Модификация одинарного ОУ типа MCP6041T/OT поставляется в миниатюрном корпусе SOT23, что позволяет использовать его не только в устройствах с малым потреблением энергии, но и в малогабаритных системах. Цена – 0,44–0,49 долларов.

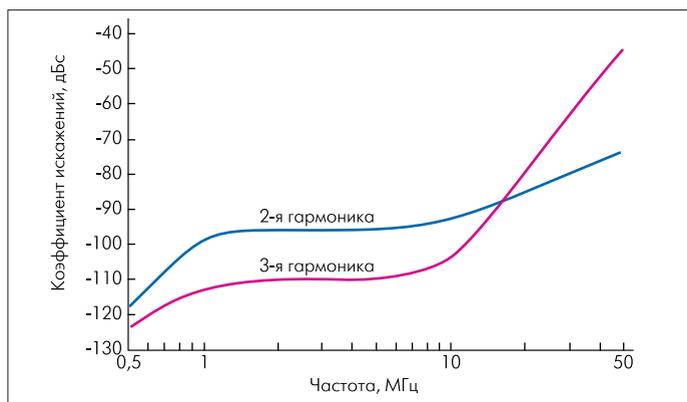
Повышение частоты современных ОУ, уже достигающей сотен мегагерц и даже нескольких гигагерц, происходит при значительном снижении их шума. Примером могут служить SiGe ОУ типа MAX2640/2641 фирмы Maxim Integrated Products. Это – дешевые сверхмалощумящие устройства, предназначенные для работы в сотовых, PCS- и GPS-системах, а также в системах связи промышленного, научного и медицинского (ISM) диапазона 2,4 ГГц. Коэффициент шума этих микросхем составляет 0,9 дБ на частоте 900 МГц (MAX2640) и 1,3 дБ на 1,9 ГГц (MAX2641). ОУ работают от однополярного источника питания на напряжение 2,7–5,5 В и потребляют всего 3,5 мА (см. таблицу).

Среди малощумящих устройств следует отметить микросхемы одинарных/двояных/четверных ОУ семейства LT623х фирмы Linear Technology, уровень шумов которых составляет 1,1 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$  при токе потребления на канал 3,4 мА (LT6230) и 2 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$  при токе 1 мА (LT6232). ОУ семейства сочетают низкие шумы с шириной полосы пропускания 215 МГц, скоростью нарастания выходного сигнала 70 В/мкс при напряжении питания 3,3; 5 или  $\pm 5$  В. Оди-

Характеристики микросхем ОУ серии MAX2640/2641

Тип	Полоса частот, МГц	Коэффициент шума, дБ	Коэффициент усиления, дБ	IP3, дБм	Ток потребления, мА	Корпус, размер, мм	Стоимость при закупке 1 тыс. шт., долл.	Область применения
MAX2640	400–1500	0,9	15,1	-10	3,5	6-выводной SOT23, 2,7x2,9	0,80	Сотовые системы, беспроводные ISM*-системы
MAX2641	1400–2500	1,3	14,4	-4	5,3			Беспроводные GPS, ISM, WLAN-системы

\*Системы связи промышленного, научного и медицинского диапазона.



**Рис. 1. Зависимость коэффициента искажений ОУ типа AD8099 от частоты**

нарные ОУ типа LT6230/ LT6230-10 поставляются в шестивыводных корпусах SOT-23, сдвоенные LT6231 – в восьмивыводном SO и тонком безвыводном корпусе с малым шагом контактов, счетверенный ОУ – в 16-выводном SSOP. Операционные усилители семейства LT623x находят применение в УЗ-усилителях, малошумящих мало-мощных усилителях, активных фильтрах, схемах возбуждения АЦП, буферных усилителях с rail-to-rail архитектурой.

Достаточно малыми шумами (7–8 нВ/√Гц) наряду с низким напряжением смещения нуля (0,85 мВ) характеризуются одинарные/сдвоенные/счетверенные ОУ с rail-to-rail выходом серии LMV77x крупнейшего поставщика микросхем этого класса – фирмы National Semiconductor. Ширина полосы ОУ серии составляет 3,5 МГц, напряжение питания – 2,7–5 В. Другой важный параметр этих ОУ – расширенный температурный диапазон от -40 до 125°C, что обеспечивает их широкое применение в самом разнообразном прецизионном, малошумящем, низковольтном, портативном оборудовании. Поставляются микросхемы в корпусах SC70-5 (LMV771), MSOP-8 и SOIC-8 (LMV772), TSSOP-14 (LMV774) по цене 0,56 долл. при закупке партии в 1 тыс. штук.

Нельзя не отметить и недавно выпущенную фирмой National Semiconductor микросхему сверхмалошумящего (входной шум 0,92 нВ/√Гц) радиационно стойкого ОУ с обратной связью по напряжению типа LMN6624. Усилитель выполнен на КНИ-подложке по запатентованному фирмой комплементарному биполярному процессу VIP10 и выдерживает общую дозу облучения 300 Крад/Si. Напряжение питания однополярного источника 5–12 В. Помимо низкого уровня шумов ОУ характеризуется чрезвычайно низкими погрешностями по постоянному току (точность достижения выходным напряжением уровня напряжения питания – 100мкВ, дрейф выходного напряжения – ±0,1 мкВ/°C). А высокая граничная частота – 1,5 ГГц – делает микросхему перспективной для применения в ВЧ-системах с высокими требованиями к уровню нелинейных искажений. Стабильный коэффициент преобразования при замкнутой цепи обратной связи превышает 10 как в инвертирующей, так и неинвертирующей конфигурации усилителя. ОУ LMN6624 может использоваться в усилителях считывания измерительного оборудования, УЗ-предусилителях, магнитных накопителей, активных широкополосных фильтрах, профессиональных аудиосистемах, оптоэлектронной аппаратуре и медицинском диагностическом оборудовании.

В последнее время работы по совершенствованию ОУ все больше стимулирует появление быстродействующих преобразователей данных с высоким разрешением. Так, в ОУ типа AD8099 фирмы Analog Devices, предназначенном для управления 16-разрядными преобразователями, улучшены сразу два основных параметра, служащих источниками погрешности схем усилителей: снижены уров-

ни вносимых искажений (до -90 дБ на частоте 10 МГц) и шума (до 0,95 нВ/√Гц) (рис. 1). Утверждается, что такое сочетание пока не достигнуто ни в одном другом ОУ. Ток потребления составляет 15 мА, скорость нарастания выходного сигнала – 1600 В/мкс, граничная частота при коэффициенте преобразования 10 равна 5 ГГц. При коэффициенте преобразования, равном 2, скорость нарастания выходного напряжения составляет 6 В/мкс. Изготовлен усилитель по запатентованной технологии XFCSB (eXtra Fast Complementary Bipolar process – сверхбыстрый комплементарный биполярный процесс). Температурный диапазон работы – от -40 до 125°C.

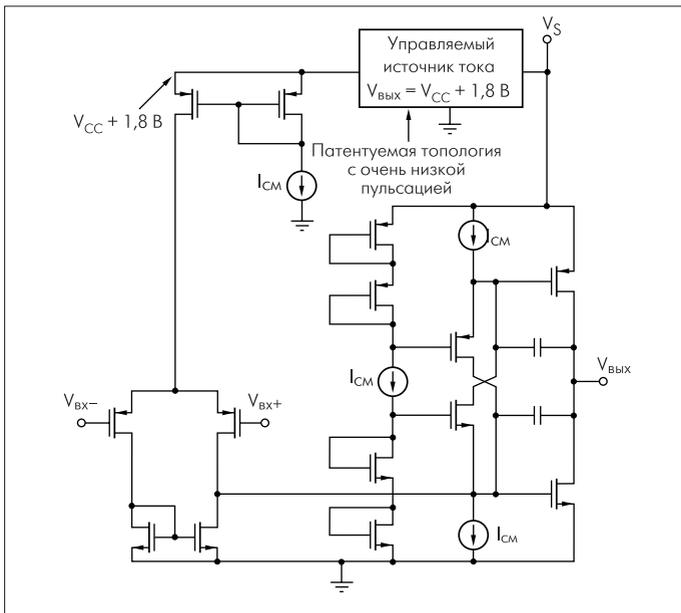
Для улучшения эксплуатационных характеристик и стабильности AD8099 монтируется в корпус LFCSP с выводной рамкой размером с кристалл (3x3 мм). Модификация расположения выводов корпуса позволила снизить их взаимную индуктивность, вызываемую взаимодействием положительного входа и отрицательного вывода источника питания. Кроме того, в корпусе предусмотрены два выхода, предназначенные для снижения паразитных параметров цепи обратной связи. ОУ может поставляться и в традиционном восьмивыводном корпусе SOIC-типа.

Новый ОУ успешно работает с высокопроизводительными прецизионными АЦП фирмы Analog Devices, в том числе и с семейством преобразователей последовательного приближения PulSAR, превосходящих в два раза имеющиеся преобразователи этого типа по быстродействию и низкому уровню потребляемой мощности. Благодаря своим характеристикам по постоянному и переменному току AD8099 также перспективен для применения в автоматическом тестовом оборудовании, контрольно-измерительных системах и системах сбора данных. Серийное производство нового ОУ фирма планировала начать в ноябре 2003 года. Цена при закупке партии в 1 тыс. шт. – 1,98 долларов.

#### RAIL-TO-RAIL

Тенденция к снижению напряжения питания наряду с желанием изготовителей конечной аппаратуры получить "универсальный" ОУ приводит к появлению все большего числа микросхем ОУ с архитектурой rail-to-rail. Но по мере снижения напряжения питания перепад напряжения уменьшается, и разработчикам приходится уделять все больше внимания проблемам сохранения минимального уровня нелинейных искажений и высокого разрешения. При перепаде напряжения питания в пределах от -12 до +12 В минимизировать нелинейные искажения за счет удержания сигнала ОУ в этих пределах не трудно. Но при снижении напряжения питания до менее 5 В (а уже появились микросхемы, работающие от 1-В источника питания) сохранять низкий уровень искажений и высокое разрешение становится все сложнее. В общем случае разрешение ОУ с rail-to-rail архитектурой может ухудшиться на порядок в сравнении с традиционными усилителями. Тем не менее, для ряда применений заказчики требуют поставки ОУ с rail-to-rail входом и выходом. Поэтому все больше поставщиков операционных усилителей обращаются к такой архитектуре.

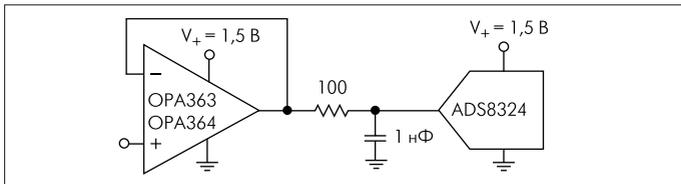
В 2002 году фирма Texas Instruments выпустила семейство высокопроизводительных КМОП-микросхем ОУ, работающих с однополярным источником питания на низкое напряжение: 1,8 (±0,9) – 5,5 (±2,75) В. К достоинствам этих миниатюрных ОУ семейства ОРА363/364 относится низкий коэффициент ослабления синфазного сигнала (типичное значение -90 дБ). Это достигнуто благодаря модификации однокаскадного rail-to-rail входного блока ОУ с управляемым источником тока (рис.2). Максимальное значение напряжения смещения нуля микросхем семейства равно 500 мкВ, рабочий ток – 750 мкА/канал. Предусмотрена возможность отключения выхода



**Рис.2. Упрощенная блок-схема ОУ семейства OPA 363/364**

усилителя, при этом потребляемый ток не превышает 1 мкА/канал. Скорость нарастания выходного сигнала составляет 5 В/мкс.

ОУ семейства предназначены в основном для управления АЦП со средним быстродействием (до 100 кГц), таких как 14-бит ADS8324, работающий от источника питания на напряжение 1,8 В и выполняющий 50 Квыборок/с (рис.3).



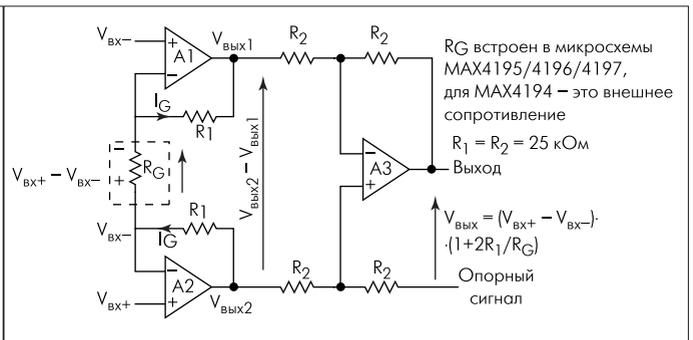
**Рис.3. Непосредственное управление АЦП типа ADS8324**

Одинарные ОУ поставляются в *MicroSIZE*- корпусах типа SOT23-5 и в корпусах SO-8, двоянные устройства – в корпусах MSOP-8, MSOP-110 и SO-8, счетверенные – в TSSOP-14 и SO-14. Цена от 0,55 до 0,8 долл. при закупке партии в 1 тыс. штук.

Нельзя не упомянуть микросхемы ОУ с rail-to-rail входом и выходом типа MAX 4194/4197 фирмы Maxim Integrated Products. Эти усилители отличаются высокой точностью и широкой полосой пропускания (250 кГц на уровне 3 дБ для MAX 4194). Ослабление синфазного сигнала составляет 115 дБ. MAX 4194 имеет регулируемый коэффициент усиления, остальные усилители серии поставляются с фиксированным усилением. При этом в последних трех ОУ предусмотрена возможность переключения в режим отключения выхода, при котором ток потребления составляет 8 мкА (в рабочем режиме ток потребления всех микросхем серии – 93 мкА). Работают ОУ от однополярного источника питания на напряжение 2,7–7,5 В или от двухполярного на ±(1,35–3,75) В. Размах rail-to-rail входов и выходов может достигать от 200 мВ ниже отрицательной шины до 1,1 В положительной шины. Для получения высокой точности по постоянному току ОУ серии включают по традиционной трехусилительной схеме (рис.4). Поставляются микросхемы в восьмивыводном корпусе SO по цене 1,69 долл. при закупке 1 тыс. штук.

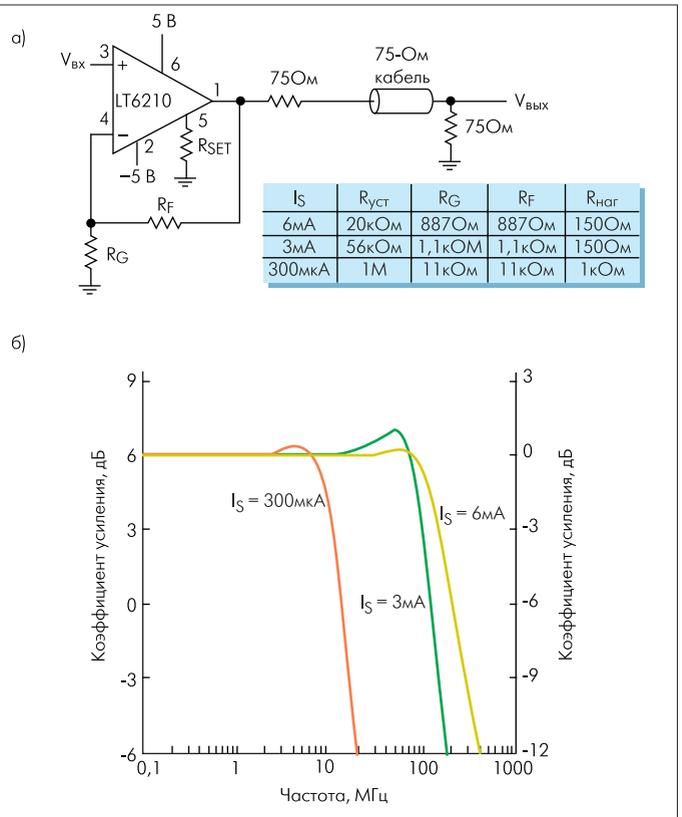
**КАКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЕЕ?**

Современные микросхемы ОУ, помимо традиционной биполярной технологии, выполняются по КМОП-, БикМОП-, комплементарной



**Рис.4. Конфигурация с тремя ОУ, использующая микроминирующие усилители в качестве прецизионных усилителей контрольно-измерительного оборудования**

биполярной (КБ), кремний-германиевой и арсенидгаллиевой технологиям, причем, как и во всей микроэлектронике, предпочтение отдается КМОП-схемам. Правда, сегодня КМОП-технология уже не обеспечивает требуемые в некоторых применениях точность и размах напряжения. Более того, большая емкость затвора больших МОП-транзисторов может вызвать проблемы, связанные со стабильностью работы или рассеиваемой мощностью. С другой стороны, КБ-микросхемы превосходят КМОП-устройства по сочетанию таких параметров, как частотная стабильность, малые искажения и рассеиваемая мощность. Высокое пробивное напряжение быстродействующих биполярных транзисторов позволяет создавать КБ-микросхемы драйверов с большим перепадом выходного напряжения. Вот почему около 70% современных ОУ с rail-to-rail архитектурой выполнены по комплементарной биполярной технологии. Так, КБ-микросхемы ОУ с обратной связью по току и rail-to-rail выходом типа LT6210 фирмы Linear Technology отличаются впечатляющими



**Рис.5. Применение микросхемы ОУ типа LT6210 в качестве усилителя с программируемой обратной связью по току при регулировке тока потребления в пределах 300 мкА–6 мА (а) и зависимость усиления от частоты на малом сигнале при различных значениях тока потребления (б)**



характеристиками, в том числе возможностью регулировки тока потребления в пределах от 300 мкА до 6 мА в зависимости от ширины полосы, изменяемой в пределах 10–200 МГц (рис.5). Для установления нужного значения тока потребления достаточен один резистор или источник тока. Это облегчает выбор оптимального соотношения быстродействие–потребляемая мощность для конкретного проекта. Благодаря сочетанию малой потребляемой мощности, высокого быстродействия, малых уровней шума (6,5 нВ/√Гц) и нелинейных искажений (-70 дБ на 1 МГц) LT6210 перспективен для применения в самом разнообразном оборудовании – от портативного до быстродействующих систем передачи данных. Скорость нарастания выходного напряжения ОУ составляет 700 В/мкс, время установления – 20 нс. Работает микросхема от однополярного источника питания на напряжение 3–12 В или от двухполярного источника на ±(1,5–6) В. Поставляется в шестивыводном корпусе типа ThinSOT по цене 1,2 долл. при закупке партии в 1 тыс. штук.

Тем не менее, все больше поставщиков отдают предпочтение КМОП-микросхемам, особенно при создании ОУ с rail-to-rail архитектурой для видеосистем таких портативных устройств, как цифровые камеры, персональные цифровые помощники и сотовые телефоны. Например, все ОУ фирмы Microchip Technology с rail-to-rail входом и выходом выполнены по КМОП-технологии.

Удачный пример быстродействующих КМОП-микросхем ОУ с уровнем шума 6 нВ/√Гц на частоте 100 кГц (уровень шумов традиционных ОУ подобного типа – 20–30 нВ/√Гц) – семейство усилителей ОРА 725/726 фирмы Texas Instruments, работающих от однополярного 12-В источника питания. Отличные характеристики по переменному току – граничная частота 20 МГц, скорость нараста-

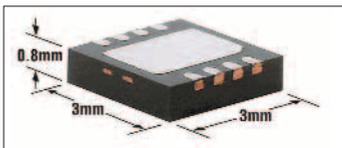
ния выходного сигнала 30 В/мкс – делают эти ОУ пригодными для применения в системах связи, высококачественной аудиоаппаратуре и активных фильтрах. Работают ОУ от однополярного источника на 4–12 В или от двухполярного источника на ±(2–6) В.

#### **А ЧТО ЖЕ КОРПУС?**

Одна из важных проблем современных высокопроизводительных ОУ – уменьшение габаритов корпуса. Производители отдают предпочтение корпусам с поверхностным монтажом, корпусам, сопоставимым по размерам с кристаллом, и монтажу методом перевернутого кристалла. Сегодня самые популярные корпуса для ОУ – SOIC-8, SOT-23 и SC70. Поскольку по мере уменьшения габаритов и роста быстродействия ОУ длина выводов и размеры контактных площадок оказывают все большее влияние на характеристики микросхемы, некоторые изготовители предпочитают монтировать приборы в безвыводные корпуса, такие как двойной плоский безвыводной (Dual Flat No-lead – DFN) корпус, в котором поставляется 150-мкА прецизионный ОУ с rail-to-rail выходом типа LT6011 фирмы Linear Technology (рис.6). Площадь основания этого корпуса размером 3х3х0,8 мм такая же, как и у корпуса SOT-23. Помимо малых габаритов LT6011 отличается низким тепловым сопротивлением, что делает его весьма перспективным для применения в системах с ограниченными размерами. Температурный дрейф напряжения смещения нуля не превышает 0,8 мкВ/°С. Цена ОУ 1,95 долл. в партии из 1 тыс. штук.

Тенденция к уменьшению габаритов корпусов стимулирует создание конструкций, объединяющих все большее число функций (преобразователи данных и другие устройства). В 2002 году фирма

National Semiconductor выпустила первые "встраиваемые в микрофон усилители" типа LMV1012/1014 для малогабаритных электретных конденсаторных микрофонов (ЭКМ) (рис.7). Они предназначены для замены используемых сегодня усилителей на полевых транзисторах с целью увеличения срока службы батарей, повышения помехоустойчивости и, тем самым, улучшения эксплуатационных характеристик микрофона. До сих пор размеры смонтированных в корпус микросхем усилителей не позволяли их размещать в ЭКМ. Специалисты National Semiconductor сумели усовершенствовать конструкцию схемы и корпус, значительно улучшив такие параметры ОУ, как чувствительность, нелинейные искажения и ток потребления.



**Рис.6. Безвыводной DFN-корпус для монтажа прецизионного ОУ типа LT6011 фирмы Linear Technology**

Усилители серии LMV1012 работают при напряжении питания 2,2–5,0 В с фиксированными значениями коэффициента усиления по напряжению 7,8, 15,6 и 23,8 дБ. Эти ОУ предназначены для двухвыводных ЭКМ и могут непосредственно заменять предыдущие усилители на полевых транзисторах. Суммарное значение коэффициента нелинейных искажений микрофона, выполненного на базе LMV1012, составляет 0,09%, отношение сигнал-шум превышает 55 дБ, а потребляемый ток не превышает 180 мкА. Такие микрофоны найдут применение в мобильных средствах связи, вспомогательном оборудовании автомобилей, сотовых телефонах и PDA. По-

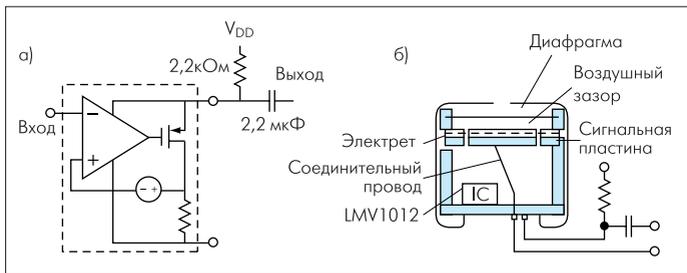
Еще дальше пошла фирма National Semiconductor, объявившая в конце 2003 года о создании онлайн-средства проектирования, ускоряющего поиск, разработку и тестирование многих типов ОУ, используемых в медицинском, научном, промышленном и автомобильном оборудовании. Средство "Простого конструирования усилителей" (Amplifiers Made Simple) на базе созданного инженерами фирмы инструментария ведет быстрый и аккуратный поиск ОУ в портфеле аналоговых изделий National Semiconductor. Оно дает пользователю мгновенный доступ к SPICE-моделям, данным о параметрах и информации о корпусах, позволяя разработчику одновременно сравнивать эксплуатационные характеристики многих приборов. Пользователь выбирает нужную стандартную топологию и вводит требования разрабатываемой системы, после чего Amplifiers Made Simple ведет поиск наиболее подходящих ОУ среди изделий фирмы и проектирует специализированную схему. Средство Amplifiers Made Simple позволяет на базе 60 типов ОУ фирмы проектировать более 450 систем для четырех различных областей применения. В текущем году фирма планирует расширить возможности онлайн-системы проектирования с тем, чтобы она могла оперировать полным списком выпускаемых фирмой ОУ, включающим 420 приборов, и разрабатывать более чем 4 тыс. схем для 30 различных приложений. Доступ к средству Amplifiers Made Simple на сайте [www.national.com](http://www.national.com) можно получить бесплатно.

Следует отметить, что при проведении онлайн-выбора существует опасность избыточного "урезания" числа рассматриваемых приборов, что может привести к исключению заслуживающих внимание устройств. Поэтому поиск рекомендуется начинать с изучения таких "не подлежащих уступке" параметров, как напряжение питания, ширина полосы пропускания и напряжение смещения нуля, при этом следует убедиться, что они приведены для требуемого диапазона температур. Зачастую полезно бегло просмотреть небольшую таблицу параметров с тем, чтобы выявить компромиссные решения, принимаемые изготовителями микросхем. Для портативного оборудования важнейшие параметры – входной ток и плотность упаковки, для контрольно-измерительного – входное напряжение смещения нуля, ток смещения или характеристики синфазного сигнала.

При выборе ОУ следует также помнить, что даже у одного и того же поставщика параметры приборов могут измеряться при различных условиях (на разных частотах, при разных значениях напряжения питания и нагрузки и т.п.). Часто большое значение имеют и не указываемые в спецификации параметры, например, какова реакция выхода усилителя на превышение входным напряжением значения напряжения питания. А что если нагрузка становится емкостной? Поставщики высококачественных ОУ не только указывают такие параметры в своих спецификациях, но и проверяют их в ходе разработки прибора.

Пользователю, не достаточно хорошо знакомому с ОУ, нужна микросхема, принимающая выходной сигнал датчика и обрабатывающая его "на месте". Это значит, что микросхема должна содержать как ОУ, так и преобразователь данных. Не все производители считают объединение ОУ и датчиков на одном кристалле хорошей идеей, поскольку при этом ухудшается гибкость конструкции. Но учитывая тенденцию к увеличению уровня интеграции ОУ, можно сказать, что появление микросхемы с ОУ, датчиками и всеми необходимыми устройствами обработки сигнала – лишь дело времени.

Electronic Design, Nov.24, 2003.  
Материалы фирм Analog Devices, Linear Technology, Microchip Technology, Maxim Integrated Products, National Semiconductor, Texas Instruments.



**Рис.7. Принципиальная схема ОУ для встроенного микрофона (а) и встраиваемого электретного микрофона (б)**

ставляется LMV1012 в монтируемом на поверхность микрокорпусе толщиной 1,3 или 1,8 мм с четырьмя контактными наплавлениями по цене 0,39 долларов.

Усилители типа LMV1014 используются в трехвыводных малошумящих ЭКМ. Они потребляют ток менее 40 мкА, выходной импеданс их равен 200 Ом. Коэффициент подавления изменения напряжения питания превышает 60 дБ, отношение сигнал-шум – 55 дБ. Усилитель предназначен для микрофонов с высокой помехоустойчивостью, работающих при малых токах и используемых в системах беспроводной связи Bluetooth-стандарта, портативных записывающих устройствах и PDA. Поставляется в монтируемом на поверхность микрокорпусе с четырьмя контактными наплавлениями по цене 0,49 долл. при закупке партии в 1 тыс. шт.

**НУЖНА ПОМОЩЬ? ОБРАЩАЙТЕСЬ**

Так как же пробраться к нужному прибору в джунглях ОУ, описываемых более чем 30 параметрами? Большинство поставщиков микросхем ОУ пытаются облегчить решение этой задачи, предоставляя средства онлайн-поиска ОУ с нужными параметрами. Так, фирма Maxim Integrated Products предлагает web-услугу, позволяющую получить по электронной почте через 24 часа после запроса квалифицированную рекомендацию специалиста по применению ОУ.