

## АНАЛОГОВЫЕ СХЕМЫ СЕРИИ 1446

Ю.М. Кобзев, С.А. Тимошин, В.В. Эннс, В.И. Эннс

В течение уже более десяти лет на отечественном рынке микроэлектронных компонентов присутствует серия микросхем 1446. Развитие этой серии происходит вместе со становлением школы проектирования цифроаналоговых КМОП микросхем на одном из флагманов отечественной микроэлектроники ОАО «Ангстрем» совместно с ЗАО «Дизайн центр «Союз». Одними из первых представителей данного семейства явились, успевшие стать классикой, rail-to-rail КМОП операционные усилители К1446УД1-5/УД11-14, а в этом году серия пополнилась быстродействующим 12-ти разрядным АЦП с приемкой «5» К1446ПВ2У. Целью настоящей статьи является обзор существующих на рынке микросхем данной серии и обсуждение перспектив ее развития.

### Магниторезистивные датчики К1446ЧЭ1/ЧЭ2

Среди недавних разработок можно отметить микросхемы магниторезистивных датчиков К1446ЧЭ1/ЧЭ2, которые представляют собой выполненные на одном кристалле магниторезистивные датчики (мостовая схема на магниточувствительных резисторах) и схемы их управления []. Выход микросхем OUT1 переключается из состояния высокого уровня в низкий, если величина приложенного магнитного поля больше 1,5 мТ (тип.); и из состояния низкого уровня в высокий, если величина приложенного магнитного поля меньше 0,7 мТ (тип.). Микросхемы ЧЭ1 и ЧЭ2 отличаются друг от друга только типом выхода (КМОП инвертор или открытый сток).

На рис.1 приведена зависимость состояния выхода OUT1 микросхемы от напряженности приложенного внешнего магнитного поля.

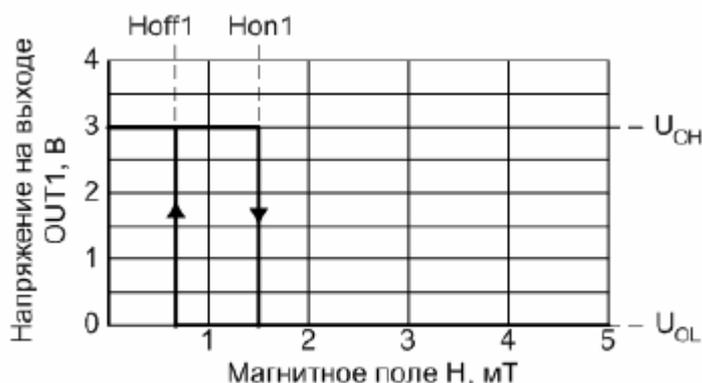


Рис.1 Характеристика работы К1446ЧЭ1.

Выход OUT2 имеет аналогичную характеристику при напряженности поля около 3 мТ. Для своей работы микросхема не требует каких либо дополнительных внешних элементов. Достаточно подать лишь напряжение питания в диапазоне от 2.4 до 3.6 В. Средний ток потребления микросхемы также весьма мал, около 3 мкА.

## Детекторы питания К1446ДП2/ДП3

Большие перспективы, как на внешнем, так и на внутреннем рынках, имеют микросхемы - детекторы питания К1446ДП2/ДП3. Высокоточный детектор напряжения изготавливается по КМОП технологии. Напряжение детектирования зафиксировано на кристалле с точностью  $\pm 2\%$ . Варианты ДП2 и ДП3 отличаются типом выходного каскада (открытый сток или КМОП инвертор).

Широкий диапазон рабочих напряжений питания (1.2В..6В) при чрезвычайно низком рабочем токе потребления (порядка 1мкА) обеспечивают возможность применения микросхем в широком спектре как портативных, так и стационарных устройств. На рис.2 приведена структурная схема микросхемы, поясняющая ее функционирование.

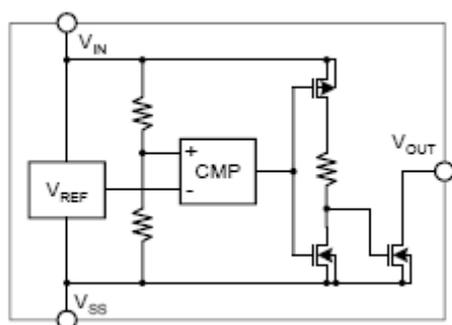


Рис.2. Структурная схема К1446ДП3.

На отечественном рынке микросхема доступна в корпусах SOT-89 и TO-92. Возможна поставка в корпусах SOT-23 при значительных объемах.

Следует отметить, что серия 1446 имеет в своем составе также детектор питания с приемкой «5» К1446АП1У.

## Повышающие преобразователи напряжения К1446ПН1/ПН2

Повышающие VFM DC-DC преобразователи серии 1446 выполнены по низкороговой КМОП технологии, что позволяет иметь напряжение запуска вплоть до 0.9В. При этом диапазон выходных напряжений и токов определяется конкретным типом микросхемы.

Микросхема К1446ПН1 потребляет любое входное напряжение в диапазоне от 0.9В до 5В и преобразовывает его в выходное напряжение 5В. Типовое КПД составляет 80%, при токе нагрузки – 100мА. Внутренний,

мощный MOSFET транзистор допускает использование высокой частоты. Это в сочетании с внутренним ограничителем тока индуктивности позволяет использовать небольшие, недорогие индуктивные элементы. Типовая схема применения ИМС приведена на рис.3.

Помимо преобразования напряжения К1446ПН1 позволяет предупредить о чрезмерном разряде батареи, благодаря встроенному детектору напряжения питания. Вывод nShDn позволяет включать и выключать преобразователь электронным образом.

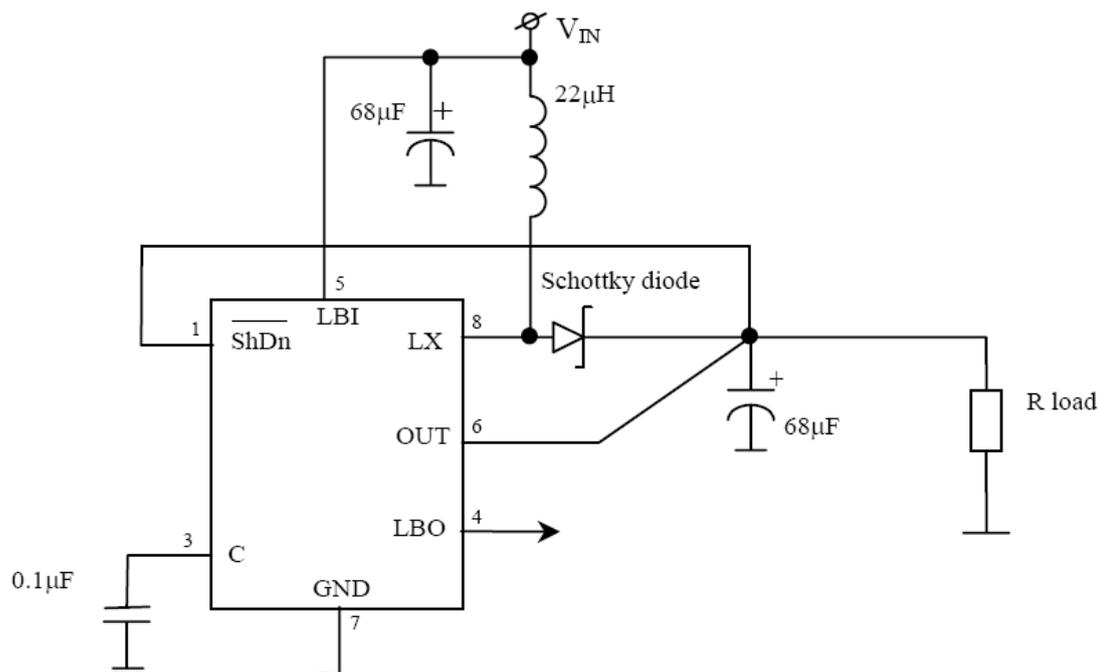


Рис.3. Схема DC-DC преобразователя на основе К1446ПН1.

Преобразователи К1446ПН2 образуют ряды ПН25, ПН26, ПН27 и соответствующие им ПН251, ПН261, ПН271. При этом, последние предназначены для использования в преобразователях с внешним ключевым транзистором. Между собой преобразователи ПН25-ПН27 отличаются только лишь наличием и способом подключения вывода энергосбережения SD.

Ряд преобразователей ПН2 со встроенным ключевым транзистором предназначен для маломощных применений с номинальным током порядка 10мА (типовая схема применения приведена на рис.4). Типовое напряжение запуска для схем ПН2 составляет 0.8В, а напряжение удержания может достигать до 0.7В, что позволяет практически полностью использовать заряд элементов питания.

Выходное напряжение преобразователей программируется в стадии производства и имеет восемь стандартных значений (1.5, 1.8, 2.5, 2.7, 3.0, 3.3, 3.7, 4.5, 5.0 В).

Следует отметить, что микросхема 1446ПН2 в виде кристаллов на пластинах в больших количествах поставляется также и на внешний рынок в страны Юго-Восточной Азии.

На российском рынке микросхемы доступны в корпусах SOT-89.

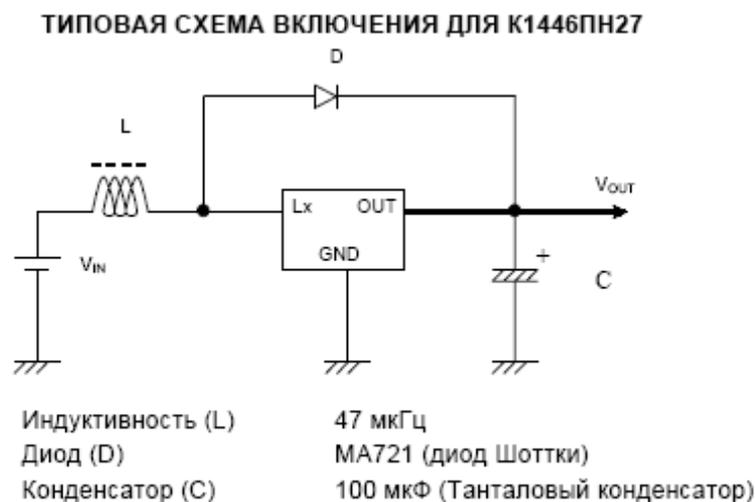


Рис.4. DC-DC преобразователь напряжения на основе микросхемы К1446ПН27

### Операционные усилители серии 1446

Серия операционных усилителей К1446УД1..УД5 задумывалась как аналог серии ICL176XX фирмы MAXIM. Несмотря на то, что в линейке аналога лишь некоторые микросхемы имеют допустимый диапазон входных и выходных напряжений от отрицательного питания до положительного (rail-to-rail), было решено распространить этот принцип на всю линейку ОУ 1446. Наличие возможности применения входных сигналов, включающих или даже немного выходящих (не более 0.3В) за границы потенциалов шин питания, позволяет в ряде случаев существенно упростить электрическую схему устройств.

Поскольку серия ОУ выполнена целиком по КМОП технологии, входные токи ОУ малы и определяются только утечками со стороны входных цепей электростатической защиты. Чтобы сохранить это преимущество, цепи электростатической защиты имеют минимальную площадь, обеспечивая защиту на уровне порядка 200В (по модели человеческого тела).

Однако использование КМОП технологии несет и негативный элемент, связанный с наличием повышенных  $1/f$  шумов. Это ограничивает применение ОУ данной серии в высококачественной аудио аппаратуре или в прецизионных измерительных системах. В остальных же случаях применение данных ОУ может обеспечить существенные выгоды.

Наличие в одном корпусе двух (УД1,2,4,5) или четырех (УД3) (Рис.5) ОУ может существенно сократить площадь занимаемую на печатной плате. Микросхемы доступны в пластмассовых корпусах SO и DIP.

Сами операционные усилители не требуют для своего применения каких либо внешних элементов. Они имеют встроенную частотную коррекцию и предустановленный источник тока смещения. При этом схемотехника ОУ в серии идентична и отличается лишь размерами транзисторов и настройками. Так, что, выбирая между ОУ серии, пользователь, прежде всего, выбирает необходимые ему динамические характеристики и нагрузочную способность естественно за счет тока покоя соответствующего ОУ (ряд 0.01мА, 0.1мА, 1мА на ОУ). В остальном, усилители серии взаимозаменяемые. Если диапазон напряжений питания ОУ (которое может быть и однополярным) 2.8..7В оказывается недостаточным, то используются ОУ УД11..УД14. Последние по характеристикам близки к соответствующим УД1..УД4, за исключением напряжения питания, которое в этом случае может достигать 12-14В.

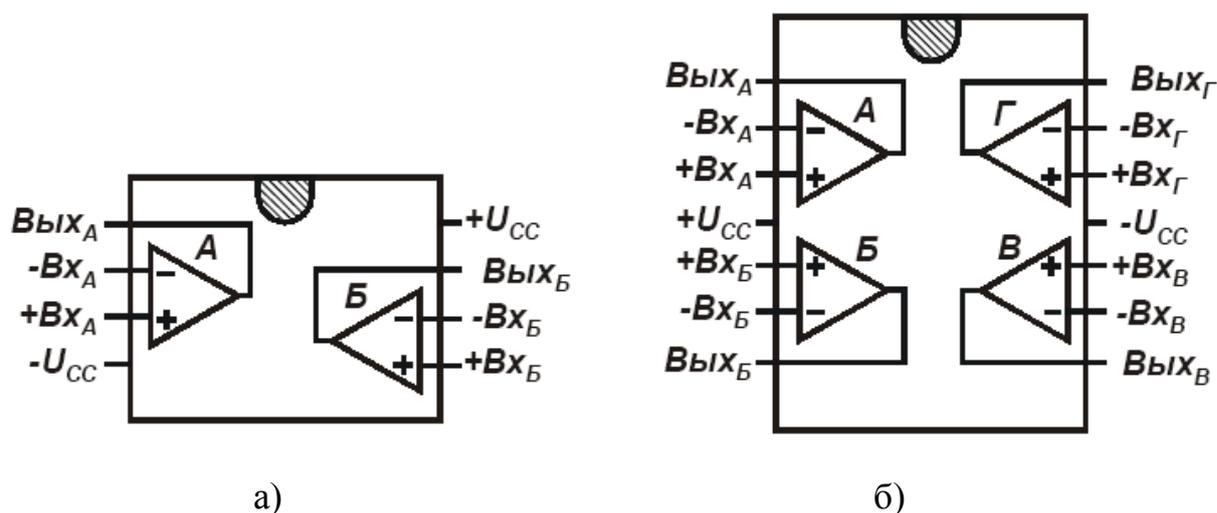


Рис.5. Состав ОУ серии 1446: а) УД1,2,4,5; б) УД3.

### Аналогово-цифровой преобразователь 1446ПВ2У

В 2007 завершилась разработка и успешная аттестация первого отечественного (имеется в виду, как разработка, так и технологическое производство) 12-ти разрядного АЦП с частотой выборок 8 МГц.

АЦП имеет встроенный УВХ и источник опорного напряжения. Архитектура АЦП – конвейерного типа с блоком цифровой коррекции. Упрощенная блок схема АЦП приведена на рис.5, а временная диаграмма работы – на рис.6.

Дифференциальная нелинейность (DNL) АЦП не должна превышать 1 МЗР (хотя во время тестирования максимальная DNL не превышает 0.75 МЗР, что гарантирует отсутствие пропусков кода). Интегральная нелинейность не более 2 МЗР. Типовые значения данных величин DNL- 0.5 МЗР, INL – 1.5 МЗР.

Микросхема имеет приемку «5» и поставляется в 48-выводном металлокерамическом корпусе.

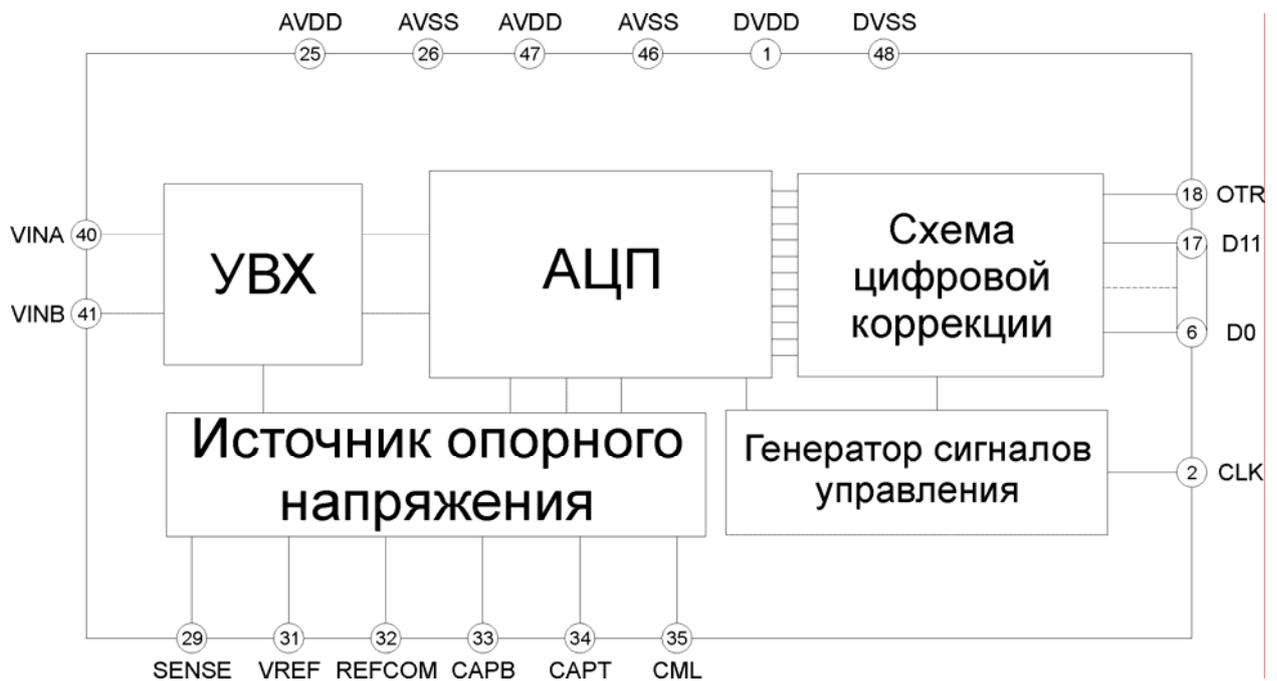


Рис.5 Блок схема микросхемы АЦП

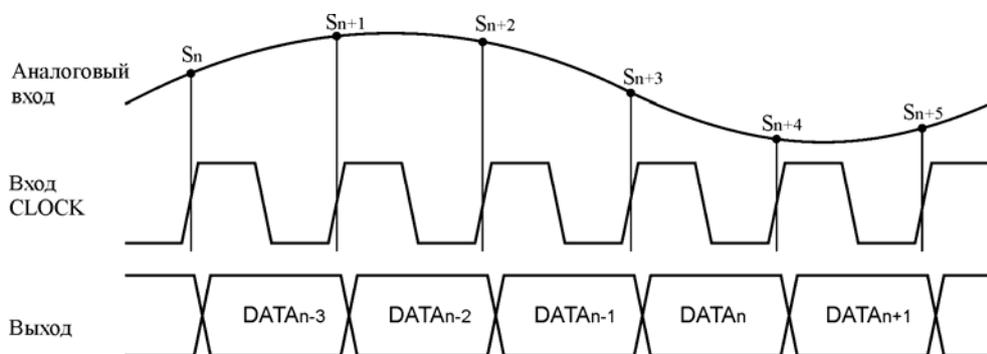


Рис. 6 Временная диаграмма работы 1446ПВ2У

### Прочие микросхемы серии 1446

Помимо описанных выше микросхем серия 1446 включает в себя ряд других микросхем, как то микросхемы преобразователя мощности - К1446ПМ1/ПМ2, электронного носителя информации – К1446ВГ5, контроллера литиевой батареи – К1446ВГ6 и пр.

Микросхема преобразователя мощности предназначена для использования в электронных счетчиках электроэнергии. В связи с резким снижением цен на аналогичные изделия зарубежных компаний эта микросхема пока не нашла массового потребителя на российском рынке.

Микросхема электронного носителя информации напротив, является одной из самых массовых изделий серии 1446 на российском рынке, однако эта схема скорее цифровая, чем аналоговая.

Контроллер литиевой батареи – это, пожалуй, самая массовая микросхема серии 1446, которая производится и продается десятками миллионов кристаллов в месяц, но на экспорт, так как в России производство литиевых батарей в заметных объемах отсутствует.

Об этих микросхемах, а также о технике построения КМОП аналоговых микросхем вообще, можно узнать из справочника [2], авторы которого являются членами коллектива, разрабатывающего серию 1446.

## **Перспективы развития серии 1446**

Развитие серии 1446 скорее всего продолжится в двух основных направлениях.

Первое – это последовательное импортозамещение относительно «простых», но массовых микросхем. В частности, уже проходят аттестацию микросхемы регуляторов напряжения (LDO), новых версий операционных усилителей (включая быстродействующие и с повышенным уровнем ЭС защиты), разрабатываются микросхемы высокоэффективных понижающих преобразователей (step-down).

Второе – это продолжение работ по относительно сложным изделиям, таким как АЦП и ЦАП.

Полученное и успешно аттестованное ядро АЦП будет модифицироваться как в сторону повышения разрядности, так и в сторону повышения быстродействия и ляжет в основу ряда модификаций АЦП. Так в частности уже проходит аттестацию модификация описанного выше АЦП с регулируемым током потребления.

В «запасе» коллектива также успешно аттестованный (зарубежными партнерами) IP – блок интегрированного на кристалл температурного датчика со встроенным высоколинейным АЦП. В настоящий момент изделие на основе этого блока выходит на японский рынок.

В ближайшее время «возродятся» изделия радиочастотного интерфейса (некоторые из них уже отправились за рубеж в виде опытных образцов).

Безусловно, качественный импульс серии 1446 придаст переход производства ОАО «Ангстрем» на новые технологические нормы.

## **Литература:**

1. Ю.М. Кобзев, В.В. Эннс, В.И. Эннс. Моделирование магниточувствительных схем на основе магниторезистивных элементов. Известия вузов. Электроника, №6, 2006 г., стр.56-64.
2. В.И. Эннс, Ю.М. Кобзев. Проектирование аналоговых КМОП – микросхем. Краткий справочник разработчика. Москва, «Горячая линия – Телеком», 2005 г., 454 стр.