

# K1382NH045 – микросхема преобразователя фазы квадратурного сигнала в код положения

Георгий Прокофьев, Вениамин Стахин, Антон Обеднин (Москва)

В статье описывается специализированная микросхема преобразователя фазы квадратурного сигнала с датчиков положения в код, её структура, технические характеристики и области применения.

Микросхема предназначена для создания малогабаритных датчиков углового и линейного положения с использованием внешних чувствительных элементов, таких как магниторезисторы, элементы Холла, синусно-косинусные энкодеры.

## ВВЕДЕНИЕ

Измерение положения объекта (линейного и углового) является весьма распространённой задачей при построении сложных систем автоматического управления.

В настоящее время для создания электроники обработки сигналов с датчиков положения в ответственных применениях используют отечественные микроконтроллеры либо применяют блоки обработки на дискретных компонентах. Наиболее оптимальным с точки зрения массогабаритных характеристик, потребляемой мощности и надёжности устройства в целом является использование специализированной большой интегральной схемы (БИС) обработки сигналов датчиков положения.

Для решения этой задачи коллективом дизайн-центра ЗАО «Зеленоградский нанотехнологический центр» была разработана БИС преобразовате-

ля фазы квадратурного сигнала в код положения – K1382NH045.

## ОПИСАНИЕ БИС

Микросхема предназначена для работы с внешними чувствительными элементами или датчиками, формирующими сигнал положения в виде фазы квадратурного сигнала, такими как магниторезисторы, датчики Холла, законченные энкодеры с синусно-косинусным выходом, вращающиеся трансформаторы.

Структурная схема БИС показана на рисунке 1.

Дифференциальные синусно-косинусные сигналы с датчика положения поступают на вход микросхемы. Далее сигналы усиливаются в программируемом усилителе (PGA) и поступают на сигма-дельта АЦП.

Для сопряжения с широким набором внешних датчиков и чувствительных

элементов микросхема имеет программируемый усилитель с регулировкой коэффициента усиления в диапазоне 12–28 и напряжения смещения в диапазоне  $\pm 80$  мВ с шагом 5 мВ. Кроме того, для подключения датчиков с большим размахом выходного сигнала предусмотрена возможность установки коэффициента усиления программируемого усилителя – 1.

После АЦП возможна дополнительная коррекция напряжения смещения синусного и косинусного сигналов по отдельности в цифровой форме. Вычисление кода положения обеспечивается встроенным CORDIC-процессором. После операции вычисления производятся дополнительные подстройки кода положения: смещение нулевой точки, подстройка крутизны и ограничивающих верхнего и нижнего пороговых уровней, изменение направления вращения. Все пользовательские настройки сохраняются в энергонезависимой памяти.

Микросхема обеспечивает выдачу сигнала углового положения в двух представлениях: цифровое значение кода положения, передаваемое через интерфейс SPI/SSI, и аналоговое представление кода положения, снимаемое с выхода ратиометрического цифроаналогового преобразователя (ЦАП).

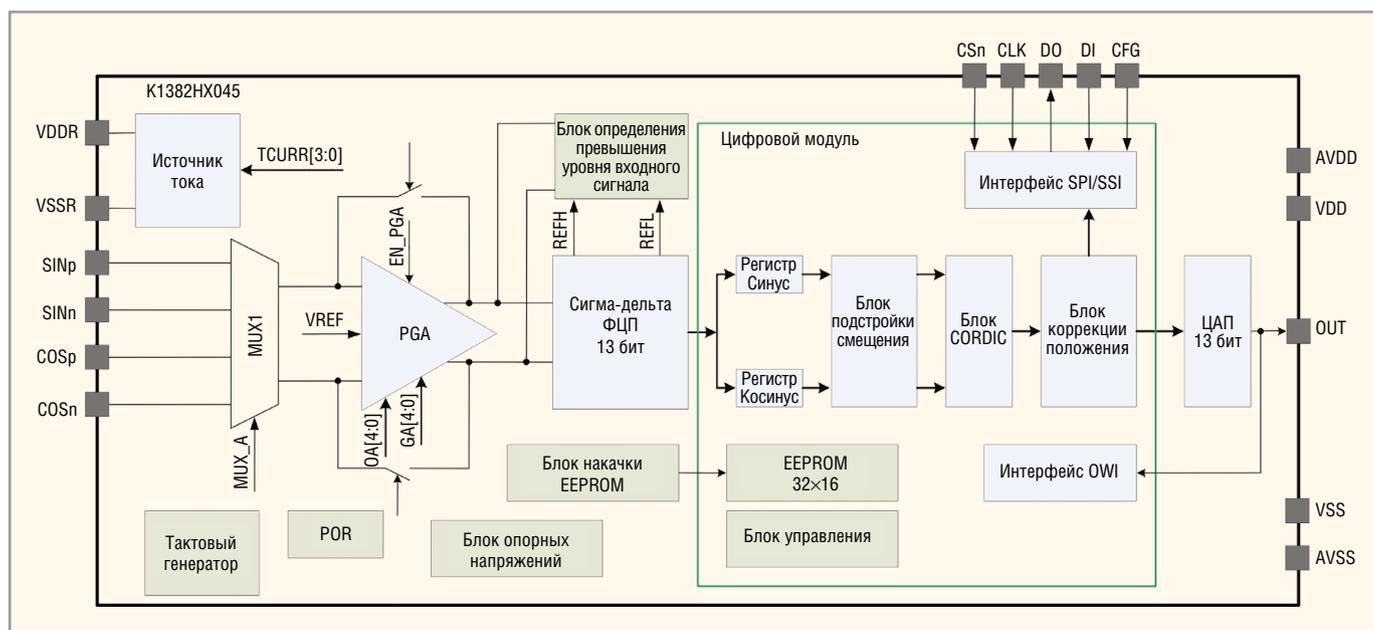


Рис. 1. Структурная схема БИС K1382NH045

Технические характеристики микросхемы приведены в таблице.

Для конфигурирования микросхемы предусмотрено два типа интерфейсов:

- 1) SPI;
- 2) однопроводный OWI, совмещённый с аналоговым выходом.

Интерфейс OWI позволяет минимизировать количество проводов, идущих к датчику. В данном режиме датчик может иметь минимальный набор соединительных проводников: общий, шина питания и порт OWI.

Для входа в режим конфигурирования после подачи питания в течение заданного времени необходимо подать специальную команду на шину OWI. После получения команды блок управления микросхемой отключает ЦАП и производит конфигурирование по двунаправленной шине OWI. Для применения настроек после конфигурирования необходимо выключить и снова включить питание.

Для обеспечения учёта и идентификации датчиков EEPROM микросхемы содержит 32-битное поле идентификации номера микросхемы CHIP\_ID, доступное для программирования пользователю.

На рисунке 2 показан пример зависимости выходного напряжения от фазы входного синусно-косинусного сигнала, иллюстрирующий передаточную характеристику микросхемы. Результаты измерений получены при работе с отключённым программируемым усилителем и крутизной преобразования 0,5.

На рисунке 3 показана зависимость выходного напряжения от входного при тех же входных сигналах, но при запрограммированном смещении нулевого положения на 180°.

## ПРИМЕНЕНИЯ

Базовая схема применения микросхемы K1382NH045 при создании датчика угла с аналоговым выходом на основе магниторезисторов приведена на рисунке 4.

На основе данной схемы был разработан датчик положения дроссельной заслонки для автомобилей ВАЗ. В качестве сенсоров использовался сдвоенный магниторезистивный мост производства ЗАО «ЗНТЦ», аналогичный по характеристикам мосту KMZ41. Датчик настраивается через порт OWI, совмещённый с аналоговым выходом.

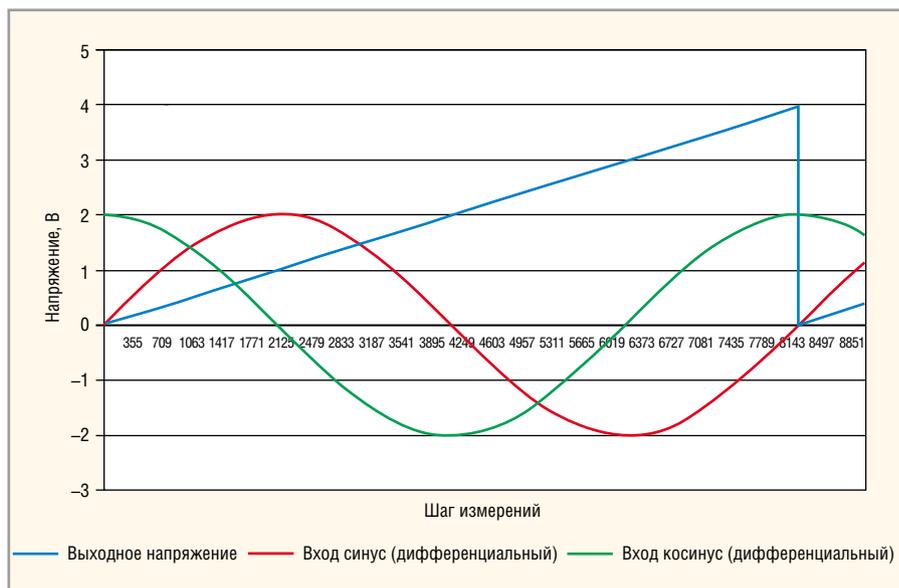


Рис. 2. Передаточная функция микросхемы K1382NH045 (зависимость выходного напряжения от фазы входного синусно-косинусного сигнала)

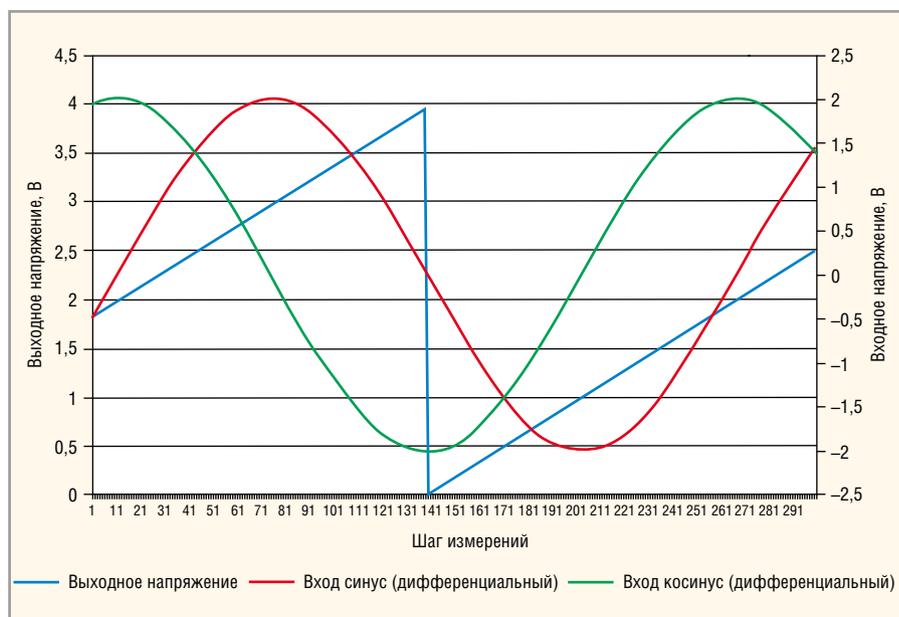


Рис. 3. Передаточная функция микросхемы K1382NH045 (нулевое положение смещено на 180°)

### Технические характеристики БИС K1382NH045

Параметр	Значение		
	min	тип	max
Напряжение питания, В	4,5	5	5,5
Ток потребления, мА	–	12	15
Электрическое разрешение, градус	–	–	0,09
Угловая ошибка, градус	–1,35	–	1,35
Настройка нулевого положения, градус	0	–	180/360
Нижний рабочий порог выходного напряжения, % от Vcc	5	–	30,5
Верхний рабочий порог выходного напряжения, % от Vcc	40	–	95
Вариация значений порогов, % от Vcc	–3	–	3
Максимальный выходной ток, мА	2	–	–
Время включения, мс	–	–	7
Время преобразования, мкс	–	–	300
Время установления выходного сигнала, мс	–	–	6
Частота сигнала CLK интерфейса SPI/SSI, МГц	–	–	4
Диапазон регулировки коэффициента усиления	12	–	28
Диапазон рабочих температур, °С	–40	–	125

Работоспособность микросхемы проверена в диапазоне –60...+150°С

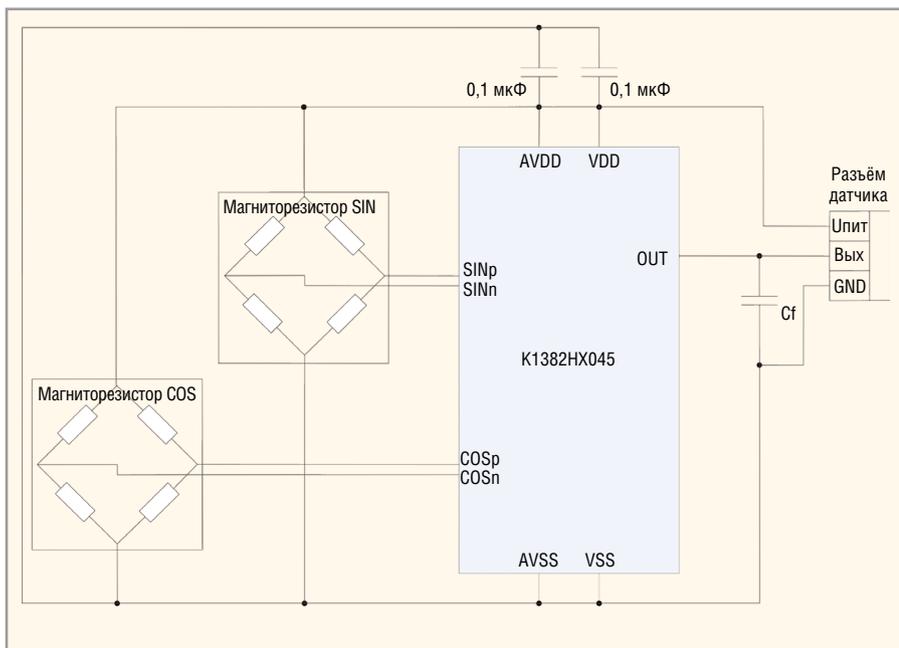


Рис. 4. Базовая схема применения БИС K1382HX045

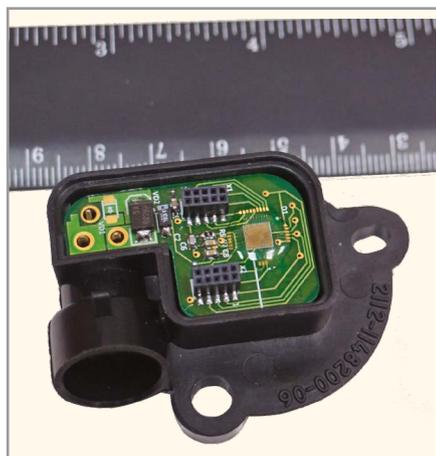


Рис. 5. Датчик положения дроссельной заслонки на основе K1382HX045



Рис. 6. Конструктив абсолютного энкодера положения на основе K1382HX045

Фотография платы датчика представлена на рисунке 5.

На основе микросхемы K1382HX045 также был разработан абсолютный однооборотный энкодер углового положения. Энкодер предназначен для определения углового положения вала в пределах 0...360°. В качестве чувствительных элементов применялись датчики Холла. Для считывания углового положения использовался интерфейс SPI.

На рисунке 6 приведены фото конструктивов углового энкодера.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная микросхема K1382HX045 преобразователя фазы квадратурного сигнала в код положения позволяет создавать малогабаритные датчики углового положения с разрешением до 0,1° при использовании одной пары полюсов магнита. Использование многополюсных магнитов позволит увеличить данное разрешение пропорционально числу полюсов.

Благодаря возможности обработки сигналов различных типов чувствительных элементов и датчиков, а также гибкой системе настроек микросхема позволяет удовлетворить потребность отечественных разработчиков датчиков положения широкого класса.

Микросхема доступна в корпусном исполнении QFN-40, H16.48, 5122.24 и 5123.28. Предусмотрен бескорпусный вариант.



## Новости мира News of the World Новости мира

### Измерители коэффициента шума NFA внесены в Госреестр СИ РФ

Измерители коэффициента шума серий N8973A, N8974A, N8975A включены в Госреестр СИ РФ за номером 57752-14 (приказ от 04 июня 2014 года).

Высокопроизводительные анализаторы коэффициента шума серии NFA позволяют выполнять быстрые, точные и стабильные измерения. Основные характеристики приборов включают простой пользовательский интерфейс, графический дисплей, возможность сохранения данных, выбор значения полосы пропускания и установку на экране граничных линий для тестирования по критерию «Годен / Не годен». Анализаторы коэффициента шума серии NFA обе-

спечивают достоверные измерения в диапазоне частот до 26,5 ГГц.

Анализаторы N8973A (от 10 МГц до 3 ГГц, разъем типа N (вилка)), N8974A (от 10 МГц до 6,7 ГГц, разъем типа APC 3.5 (вилка)), N8975A (от 10 МГц до 26,5 ГГц, разъем типа APC 3.5 (вилка)) обеспечивают одновременное измерение коэффициента шума и коэффициента усиления с возможностью просмотра, вывода на печать и сохранения данных и результатов измерений в различных форматах. Они позволяют также определять параметры усилителей и устройств переноса частоты, включая управление гетеродином через второй специализированный интерфейс GPIB.

Анализаторы совместимы с источниками шума N4000A, N4001A и N4002A серии SNS.

[www.agilent.com/find/nfa](http://www.agilent.com/find/nfa)

