

# АЦП СЕРИИ AD719X КОМПАНИИ ANALOG DEVICES – ВЫСОКОЕ РАЗРЕШЕНИЕ И СВЕРХНИЗКИЕ ШУМЫ

Н.Елисеев, к.т.н.

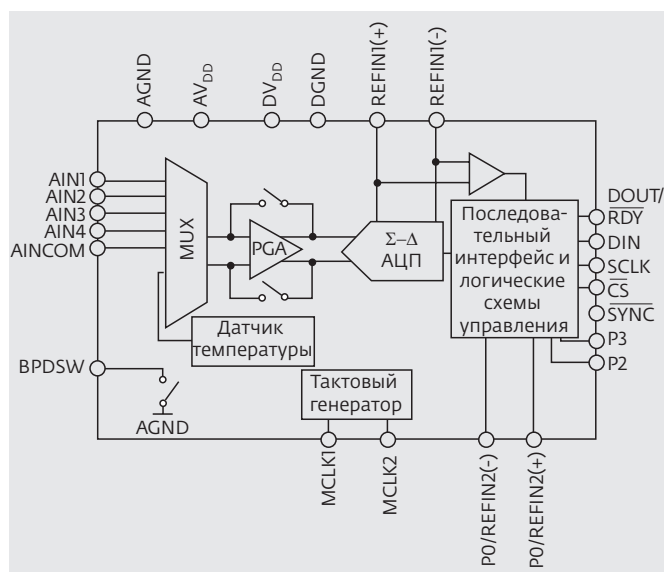
М.Салов mikhail.salov@eltech.spb.ru

Компания Analog Devices хорошо известна как ведущий мировой производитель аналого-цифровых преобразователей (АЦП). Модельный ряд включает целый спектр АЦП с различными быстродействием, точностью преобразования и дополнительными функциональными возможностями. Среди них заслуживает внимания новое семейство прецизионных сигма-дельта АЦП – AD719x, отличающееся сверхнизким уровнем шумов.

**В** семейство AD719x входят шесть АЦП: AD7190, AD7191, AD7192, AD7193, AD7194 и AD7195. У них есть ряд общих характеристик, но каждый прибор имеет и свои уникальные особенности.

**АЦП AD7190.** Анонсированный компанией в 2008 году, он стал первым представителем нового семейства. Работает в диапазоне частот дискретизации (скоростей выходного потока данных) до 4,8 кГц, построен на основе 24-рядного сигма-дельта ( $\Sigma\Delta$ ) АЦП (рис.1) [1, 2]. Прибор имеет несколько входных каналов, которые можно сконфигурировать как два дифференциальных или как четыре псевдодифференциальных канала. Для установления последовательности мультиплексирования

каналов в АЦП предусмотрены мультиплексор и секвенсор. AD7190 оснащен встроенным усилителем с программируемым коэффициентом усиления от 1 до 128. Благодаря этому прибор может работать с входными аналоговыми сигналами в широком диапазоне напряжений: от 40 мВ до 5 В. В АЦП есть также встроенный датчик температуры. Он позволяет проводить калибровку АЦП и за счет этого поддерживать высокую точность измерения во всем диапазоне рабочих температур – от -40 до 105°C [3]. Тактовые сигналы для АЦП могут формироваться как встроенным тактовым генератором, работающим на частоте 4,92 МГц, так и внешним генератором или кварцевым резонатором [2].



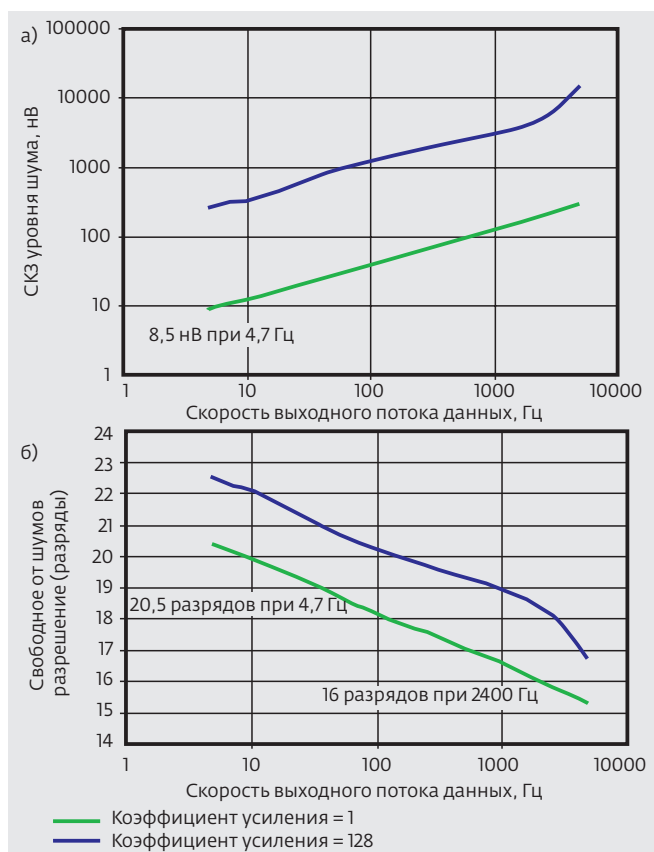
**Рис.1.** Функциональная блок-схема АЦП AD7190.

MUX – мультиплексор, PGA – усилитель с программируемым коэффициентом усиления

Отличительные особенности AD7190 – высокое разрешение и очень низкий уровень шумов. Так, при частоте дискретизации 4,7 Гц среднеквадратичное значение (СКЗ) уровня шума равно 8,5 нВ (при коэффициенте усиления 128) (рис.2а) [4]. Реальное разрешение – примерно 22 разряда при низких частотах дискретизации. С ростом частоты разрешение, разумеется, уменьшается, но даже при скорости выходного потока данных 4,8 кГц оно составляет 16 разрядов (рис.2б).

В АЦП предусмотрено отдельное питание для цифровой (4,75–5,25 В) и аналоговой (2,7–5,25 В) частей. Это позволяет работать с входными аналоговыми сигналами различной амплитуды, а также с логическими сигналами разных уровней на выходе АЦП. Стандартный интерфейс управления и данных SPI обеспечивает согласование микросхемы с микроконтроллером, процессором или ПЛИС. Приборы изготавливаются в 24-выводных корпусах TSSOP.

**АЦП AD7191.** Обладает несколько меньшей по сравнению с AD7190 функциональностью. Так, встроенный программируемый усилитель поддерживает только четыре фиксированных коэффициента усиления (1, 8, 64, 128) и четыре скорости выходного потока данных (10, 50, 60 и 120 Гц). В то же время в этом АЦП ряд параметров (скорость выходного потока данных, коэффициент усиления и др.)



**Рис.2.** Зависимости уровня шума (а) и разрешения (б) АЦП AD7190 от скорости выходного потока данных

можно устанавливать через специальные выводы [4, 5].

**АЦП AD7192.** Функционально аналогичен прибору AD7190, но отличается более высоким уровнем шума (11 нВ против 8,5 нВ при скорости выходного потока данных 4,7 Гц и коэффициенте усиления 128). Но при этом его энергопотребление примерно на 30% ниже, чем у AD7190 [4].

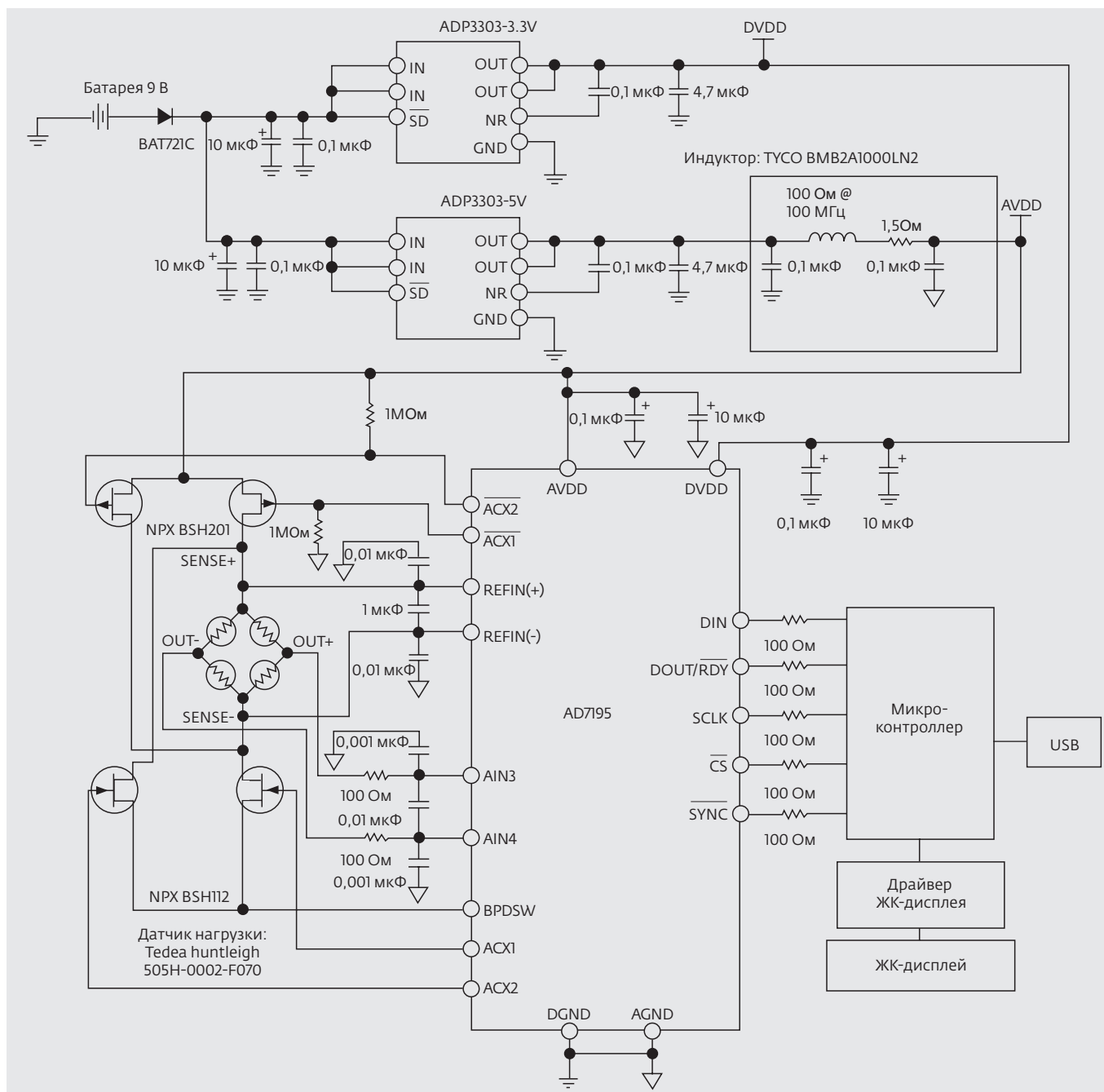


Рис.3. Блок-схема весов CN0155, построенных на основе АЦП AD7190

**АЦП AD7193.** По сравнению с AD7190 имеет больше входов: четыре дифференциальных или восемь псевдодифференциальных. AD7193 отличается также более широкими возможностями настройки цифровых фильтров [4, 6].

**АЦП AD7194.** Оснащен еще большим числом входных каналов: восемь дифференциальных или 16 псевдодифференциальных [4].

**АЦП AD7195.** Обладает теми же основными характеристиками, что и АЦП AD7190, а так-

же возможностью выполнять возбуждение мостовых датчиков переменным током (оснащен встроенным генератором). Возбуждение переменным током по сравнению с возбуждением постоянным током помогает повысить точность преобразования за счет исключения влияния любых смещений тока при работе с мостовыми датчиками [7].

Функцию возбуждения переменным током можно эффективно использовать, в час-



**Рис.4.** Весы CN0155

тности, при создании прецизионных электронных весов. Компания Analog Devices разработала конструкцию таких весов на основе АЦП AD7195 (рис.3, 4) [8]. Для возбуждения мостового датчика в этих весах используется сигнал переменной полярности. Он формируется с помощью четырех полевых транзисторов, управляемых прибором AD7195 (см. рис.3). Модули ADP3303-3.3V и ADP3303-5V обеспечивают, соответственно, питание цифровой и аналоговой частей АЦП AD7195. Модуль ADP3303-3.3V используется также для питания микроконтроллера, управляющего системой. Слабый сигнал датчика усиливается с помощью усилителя с переменным коэффициентом усиления, входящего в состав AD7195. Затем сигнал через USB-интерфейс поступает на компьютер. Там он с помощью программы LabView конвертируется в значение веса, которое отображается на дисплее (см. рис.4).

Таким образом, семейство АЦП AD719x компании Analog Devices – это приборы, обладающие высокой точностью и производительностью в широком диапазоне входных напряжений. Такие характеристики позволяют использовать их в различной прецизионной контрольно-измерительной аппаратуре: научных приборах, промышленных и медицинских системах контроля, лабораторных весах и др. [2, 4]. За счет большого числа дополнитель-

ных модулей – усилителя с программируемым коэффициентом усиления, блока формирования переменного напряжения для возбуждения датчиков и др. – АЦП AD719x позволяют существенно упростить конечные устройства и снизить их стоимость.

## ЛИТЕРАТУРА

1. AD7190 – 4.8 kHz Ultralow Noise 24-Bit Sigma-Delta ADC with PGA. Datasheet. – [www.analog.com/static/imported-files/data\\_sheets/AD7190.pdf](http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD7190.pdf)
2. AD7190: 4.8 kHz Ultra-Low Noise 24-Bit Sigma-Delta ADC with PGA. Product description. – [www.analog.com/en/analog-to-digital-converters/ad-converters/ad7190/products/product.html](http://www.analog.com/en/analog-to-digital-converters/ad-converters/ad7190/products/product.html)
3. Сигма-дельта АЦП AD7190 от Analog Devices с великолепным сочетанием скорости и разрешения. – [www.terraelectronica.ru/news\\_postup.php?ID=1665](http://www.terraelectronica.ru/news_postup.php?ID=1665)
4. Tutorial on Technical and Performance Benefits of AD719x Family. – [www.analog.com/static/imported-files/tutorials/AD719x\\_Tutorial.pdf](http://www.analog.com/static/imported-files/tutorials/AD719x_Tutorial.pdf)
5. Pin-Programmable, Ultralow Noise, 24-Bit, Sigma-Delta ADC for Bridge Sensors. Datasheet. – [www.analog.com/static/imported-files/data\\_sheets/AD7191.pdf](http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD7191.pdf)
6. AD7193 – 4-Channel, 4.8 kHz, Ultralow Noise, 24-Bit Sigma-Delta ADC with PGA Datasheet. – [www.analog.com/static/imported-files/data\\_sheets/AD7193.pdf](http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD7193.pdf)
7. O'Grady A. Transducer/Sensor Excitation and Measurement Techniques. – Analog Dialogue, 2000, v.34, №5, p.1-6.
8. Precision Weigh Scale Design Using a 24-Bit Sigma-Delta ADC with Internal PGA and AC Excitation. – [www.analog.com/static/imported-files/circuit\\_notes/CN0155.pdf](http://www.analog.com/static/imported-files/circuit_notes/CN0155.pdf)