

Разработка устройства преобразования и передачи информации, получаемой с гидроакустического преобразователя.

Лосев Г. И.¹, Кузнецов С. И.², Лукин Г. С.³

¹Лосев Герман Игоревич / Losev German Igorevich - инженер, студент;

²Кузнецов Сергей Игоревич / Kuznecov Sergej Igorevich – инженер, студент;

³Лукин Георгий Сергеевич / Lukin Georgij Sergeevich – инженер, студент,

кафедра систем автоматического управления и контроля,

Национальный исследовательский университет

Московский институт электронной техники, г. Москва

Аннотация: в статье рассматриваются преобразователи акустического давления и их недостатки при использовании с длинными кабельными линиями в промышленных условиях. Описывается способ разработки устройства приёма и передачи данных, получаемых с гидрофона, который призван устранить эти недостатки. В статье представлены структурная и принципиально-электрическая схема устройства, а также обоснован выбор микроэлектронной базы данного устройства.

Ключевые слова: гидроакустический преобразователь, устройство приёма и передачи, процессоры семейства Blackfin, структурная схема.

Гидрофоны представляют собой единую конструкцию, в которой объединены гидроакустическая головка (пьезокерамический чувствительный элемент), маломощный предварительный усилитель и кабель, заканчивающийся герметичным соединителем (конструкция гидрофона неразборная). Данные гидрофоны являются аналоговыми устройствами, что вызывает трудности при их использовании с длинными кабельными линиями. На кабельные линии большой длины действуют значительные уровни наводимых шумов в условиях больших промышленных помех. По этой причине на предприятии ВНИИФТРИ уже некоторое время ведется разработка устройств преобразования и передачи данных, получаемых с устройств измерения гидроакустического давления. Будущие изделия должны будут обладать встроенным устройством предварительной обработки сигнала из аналогового в цифровой. Одним из преимуществ такого преобразования является то, что передачу цифровой информации проще защитить от внешних наводок. Также использование цифровых технологий позволяет увеличить дальность передачи данных и разгрузить линии передачи данных. Ранее разработанные образцы не удовлетворяли требованиям современного потребителя по производительности и размерам самих устройств. Устройства данного типа достаточно часто используются в совокупности с несколькими подобными гидрофонами для создания комбинированных гидроакустических преобразователей. Подобные преобразователи из-за своих особенностей имеют очень жесткие ограничения по размерам. Поэтому была поставлена задача разработки устройства преобразования и передачи информации с датчика гидроакустического давления, которое бы сочетало в себе высокую производительность и компактность.

Структурная схема реализации устройства преобразования и передачи информации, получаемой с гидроакустического преобразователя, представлена на рисунке 1.

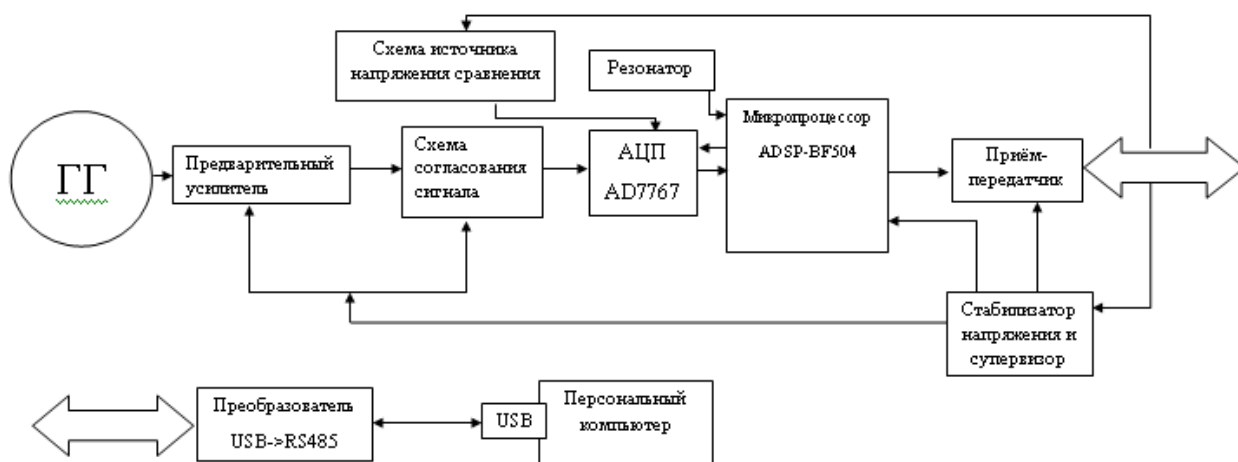


Рис. 1. Структурная схема устройства преобразования и передачи информации, получаемой с гидроакустического преобразователя

Управление электроникой схемы осуществляется микропроцессором Blackfin-504. Архитектура процессоров Blackfin объединяет функциональности микроконтроллеров и ЦСП, поэтому отпадает необходимость в двух различных устройствах [1]. Также стоит обратить внимание на максимальную тактовую частоту BF504 в 400 МГц и суммарную производительность в 800 ММАС. Эти показатели недоступны микроконтроллерам даже со специальными DSP блоками, что существенно расширяет спектр задач для Blackfin, а также позволяет разработчикам реже задумываться об оптимизации кода. Другим важным преимуществом является объемная встроенная флеш-память размером до 32 Мбайт. Это позволило полностью отказаться от интерфейса с внешней памятью. При этом размеры процессора составляют всего 12x12 мм. Кроме того, отладочные платы для процессоров BF504, при достаточно малой цене, содержат всю необходимую периферию, а поставляемая вместе с ними среда разработки VisualDSP++, за счет развитой базы встроенных библиотек, позволяет легко портировать код как на этот процессор, так и на другие процессоры данного семейства [2].

Цифровые, а также аналоговые схемы гидроакустического прибора получают напряжение питания от стабилизатора ADP-5041, который, кроме того, имеет встроенный блок супервизора, подающий сигнал сброса на микропроцессор при включении питания, что значительно экономит место на плате. Микросхема представляет собой понижающий импульсный стабилизатор, два LDO стабилизатора и супервизор питания со сторожевым таймером, объединённые в один 20-ти контактный корпус 4 мм × 4 мм. Данный стабилизатор напряжения имеет три выхода, один из которых можно использовать для питания аналоговых схем системы, а два других используются для питания цифровых схем. LDO (LowDropOut) стабилизатор имеет низкий ток покоя и широкий диапазон входных напряжений, что позволяет продлить время работы устройств с батарейным питанием. При этом уровень подавления помех по питанию LDO при частотах до 10 кГц превышает 60 дБ.

В качестве АЦП планируется использовать AD7767-2 высокопроизводительный 24-разрядный аналого-цифровой преобразователь последовательного приближения, работающий от одного источника питания V_{DD} . Производительность AD7767-2 – 32 kSPS. Данные 24-разрядные АЦП с низким энергопотреблением имеют универсальный порт последовательного интерфейса, который используется для подключения к процессору по интерфейсу SPI. На вывод V_{REF} аналого-цифрового преобразователя AD7767 подается напряжение, которое генерируется маломощным источником опорного напряжения ADR445. Выход этого источника не требует дополнительного буфера, однако необходимо использовать сеть пассивных фильтров между выводом Vout ADR445 и выводом Vref AD7767. Конденсатор на выходе ADR445 стабилизирует выходное опорное напряжение. Последовательный резистор, соединенный вместе с конденсаторами с другими номиналами, работает как фильтр нижних частот. В качестве приёма передатчика рекомендуется использовать схему, работающую с интерфейсом RS-485. Данный интерфейс позволит обеспечить передачу со скоростью до 10 Мбит/сек на расстояние до 1200 метров, а дифференциальный способ передачи данных позволит достичь желаемой помехоустойчивости сигнала, получаемого с устройства преобразования [3].

Данные решения позволят разрабатывать устройства преобразования и передачи информации, получаемой с гидроакустического преобразователя, необходимого для уменьшения уровня шумов, накладываемого на сигнал гидроакустических приёмников и для возможности передачи полезной информации на большое расстояние. Кроме того, выбранная элементная база позволит при достаточно большой производительности добиться компактности устройства и невысокой стоимости. Следует отметить, что задачи, которые способно решать данное устройство, не ограничены только гидроакустикой. Выбранная микроэлектронная база позволяет гибко настраивать устройство для его использования в других областях цифровой обработки сигналов.

Литература

1. Лосев Г. И. Применение и оптимизация стороннего бесплатного программного обеспечения на процессорах семейства BlackFin. // Наука, техника и образование 2015. № 12 (18).
2. ADSP-BF504-BF504F-BF506F DATA Sheet Rev. B; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.analog.com/en/products/processors-dsp/blackfin/adsp-bf504f.html#product-overview> (дата обращения 17.05.2016).
3. AD7767: 24-Bit, 8.5 mW, 109 dB, 128 kSPS/64 kSPS/32 kSPS ADCs Data Sheet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD7767.pdf> (дата обращения 17.05.2016).