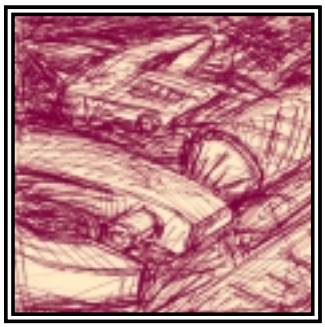


Цифровая мобильная система для сбора акустической информации

Сергей Алпатов, Сергей Гончаров, Виктор Сайкин, Галина Хисметова

Рассматривается автономная станция, предназначенная для проведения дистанционных измерений акустических полей в натурных условиях и передачи результатов по радиоканалу.

Введение

Интенсивные акустические поля различного происхождения являются основными источниками шумового загрязнения окружающей среды. Решение задач снижения уровня шумового загрязнения и разработки способов защиты требует знания акустических полей в натурных условиях. Для воссоздания картины развития акустического поля необходимо проведение точных синхронных измерений акустических давлений в некоторой совокупности точек пространства, сбор полученной информации в центре ее дальнейшей обработки, изменение в процессе эксперимента характеристик измерительной цепи и алгоритмов фильтрации. Задача усложняется тем, что реально площадь, на которой проводится эксперимент, может быть велика, доступ к датчикам в процессе эксперимента затруднен или даже невозможен.

Для проведения таких измерений целесообразно оснащение акустических измерительных лабораторий мобильными цифровыми системами с использованием радиоканала для передачи информации. В настоящее время промышленностью такие системы не выпускаются.

Мобильная цифровая система акустического мониторинга должна состоять из нескольких автономных станций (АС) для сбора и первичной обработки информации и центральной станции для управления всеми АС, приема от них информации и ее вторичной обработки.

В АС предусмотрено управление количеством опрашиваемых каналов, частотой дискретизации, моментом начала записи и длительностью реализации, алгоритмом предварительной обработки результатов измерения. Считывание информации и управление режимами работы может осуществляться по кабельной линии или по радиоканалу.

Научно-производственным центром «Оптическая связь» изготовлен, испытан и предан заказчику опытный образец АС для сбора информации при исследовании характеристик акустических полей.

Основные характеристики АС представлены в таблице 1.

Таблица 1. Основные характеристики автономной станции

Количество каналов	4
Разрядность АЦП	16
Частота дискретизации	6, 12, 24, 48 кГц
Взаимное влияние канала на канал не более	-60 дБ
Длительность реализации	25, 50, 100 с
Емкость запоминающего устройства	20 Мбайт
Рабочий диапазон температур	-30...+40°С
Время автономной работы	до 24 часов

Условия транспортирования автономной и центральной станции жесткие. Условия эксплуатации автономной станции — полевые, при значительных вибрационных и акустических нагрузках.

Структура цифровой измерительной автономной станции

На рис. 1 представлена функциональная схема цифровой измерительной автономной станции. Назначение отдельных элементов схемы и их связи очевидны и вряд ли требуют пояснения.

Функционально АС состоит из следующих блоков:

- блок управления,
- блок накопителя,
- блок АЦП,
- блок питания,
- блок радиомодема.

Конструктивно АС заключена в корпус, обеспечивающий защиту от внешних воздействий по классу IP66 (рис. 2).

Блок управления

Блок управления является центральным функциональным узлом АС. На него возложены функции начальной инициализации АС и управления ее составными частями по командам оператора ЦС. Для выполнения этих функций блок должен иметь возможность программного изменения выполняемых функций

(C) 1998 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

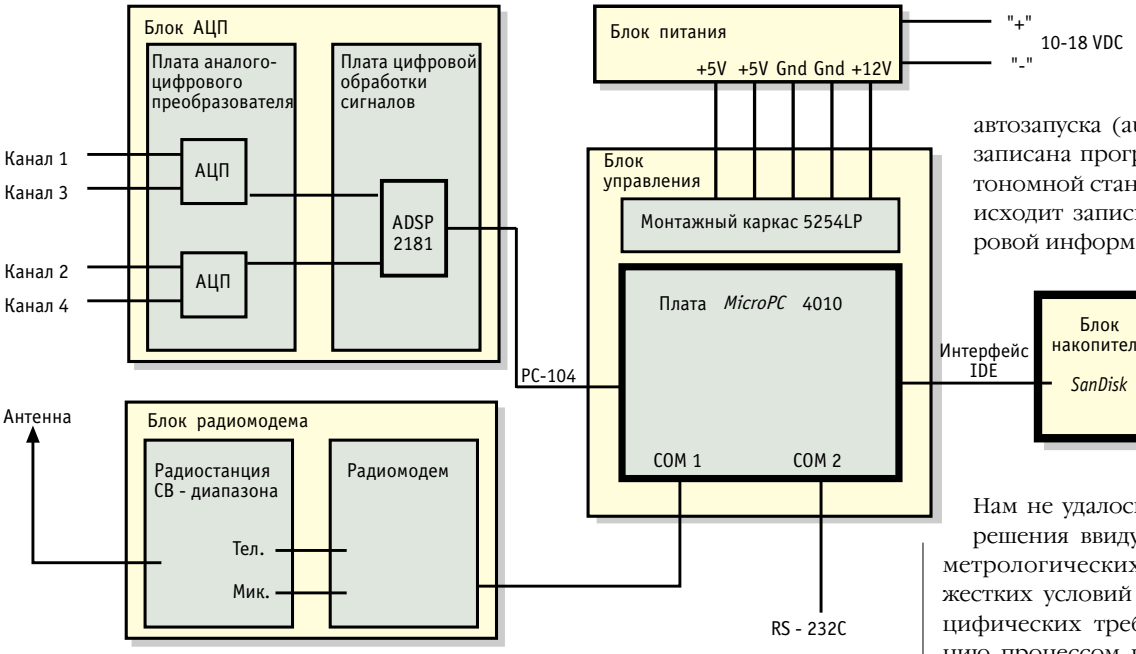


Рис. 1. Функциональная схема автономной станции

и развитую систему интерфейсов как для связи с другими функциональными блоками АС, так и для связи с ЦС.

Поэтому в качестве блока управления для АС выбрана плата MicroPC 4010 фирмы Octagon Systems. Причиной такого выбора явилось прежде всего высокое качество изделий, низкое энергопотребление при большой вычислительной мощности (процессор 80C386CX 25 МГц), наличие ISA (8 бит) и PC/104 (16 бит) — шин, двух последовательных и одного параллельного порта, а также IDE-интерфейса. Контролеры MicroPC по своим транспортировочным и эксплуатационным характеристикам полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к АС.

Блок накопителя

В качестве блока накопителя применяется твердотельный диск емкостью 20 Мбайт фирмы SanDisk SDIAI-20-101. Данное устройство полностью эмулирует жесткий диск и имеет внешний интерфейс IDE с разъемом для 2,5" дисковода. Выбор устройства обусловлен прежде всего требуемым рабочим диапазоном температур (-25...+75°C) и стойкостью к механическим воздействиям (15g — вибрация, 100g — удар). Стандартные жесткие диски не работают при температуре ниже 0°C, не переносят вибрационные и ударные нагрузки. Кроме этого, диск SanDisk имеет малые габариты, массу, низкое энергопотребление при приемлемой цене. Твердотельная динамическая память имеет очень большое энергопотребление, а статическая — слишком большую удельную цену, что делает их применение в АС нецелесообразным.

Экспериментально подтвержденная скорость записи на используемый флэш-диск при работе с интерфейсом IDE платы MicroPC 4010 составила 130 кбайт/с при скорости считывания (по данным производителя) до 3 Мбайт/с. Следует более подробно остановиться на этих цифрах. Именно скорость записи на диск определяет число опрашиваемых каналов при максимальной частоте дискретизации. Очевидно, что величина произведения числа каналов на частоту дискретизации и на два байта (16 разрядов АЦП) должна быть меньше 130 кбайт/с. Это значение, полученное нами экспериментальным путем, хорошо согласуется с теорией записи флэш-памяти, но очень плохо с рекламной информацией по продукции фирмы SanDisk. К сожалению с этим изделием не предоставлялась какая-либо серьезная документация, и все, что мы смогли получить у представителя фирмы SanDisk в России, был листочек с информацией о перемычках, числе эмулируемых секторов, головок и т. д., то есть то, что обычно указывается на пакетике с обыкновенным «винчестером».

В АС флэш-диск выполняет функции жесткого диска стандартной ПЭВМ. На нем установлена операционная система, с него происходит начальная загрузка MicroPC в соответствии с файлами конфигурации (config.sys) и автозапуска (autoexec.bat). На диске записана программа управления автономной станцией, на него же происходит запись принимаемой цифровой информации.

Блок АЦП

При выборе аппаратуры для блока АЦП нами был проведен анализ рынка подобных изделий. Нам не удалось подобрать готового решения ввиду высоких требуемых метрологических характеристик для жестких условий эксплуатации и специфических требований по управлению процессом измерений и первичной обработки результатов этих измерений.

Поэтому было принято решение о разработке и изготовлении собственного блока для ввода аналоговой информации в ЭВМ.

Блок АЦП разработан на основе цифрового сигнального процессора ADSP 2181 и 16-разрядных АЦП AD1877 фирмы Analog Devices. Конструктивно блок выполнен в виде двух плат, соединенных между собой жгутом. Конструкция плат соответствует формату PC/104. Обмен информацией между блоками АЦП и управление осуществляются по шине PC/104 с использованием канала прямого доступа к памяти. Технические ха-



Рис. 2. Внешний вид автономной станции

(C) 1998 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

рактеристики блока АЦП приведены в таблице 2.

Таблица 2. Характеристика блока АЦП

Количество каналов	1, 2, 4
Диапазон входного сигнала	±10 В
Допустимый входной сигнал	±100 В
Входное сопротивление	270 кОм
Разрядность преобразования	16
Частота дискретизации	6, 12, 24, 48 кГц
Отношение сигнал/шум	до 86 дБ
Размер передаваемого блока	2048 байт

Блок питания

Для обеспечения электропитания блоков АС применен импульсный источник питания 5112 фирмы Octagon Systems. Как и все изделия фирмы, данный продукт обладает высокими характеристиками надежности и прочности, работает в требуемом температурном диапазоне.

В качестве источника первичного электропитания используется герметичная необслуживаемая аккумуляторная батарея FG 21002 фирмы FIAMM-GS (Италия) напряжением 12 В, емкостью 12 А/ч, обеспечивающая автономную работу АС в течение 24 часов. Предусмотрена возможность подключения внешнего источника.

Блок радиомодема

При выборе аппаратуры передачи данных по радиоканалу был проведен анализ рынка подобных изделий. Весь спектр предлагаемой продукции можно разделить на две большие группы: низкоскоростные модели (скорость передачи данных — 1200-9600 бод) и высокоскоростные модели (скорость передачи данных — 115 кбод-2 Мбод). К первой группе относятся модели семейства VIS (Vehicular Information Solutions), COR (Connectivity Over Radio), MCRD-3 (BudaPhone Ltd.), MAXON. Все изделия работают в узкой полосе частот и подключаются к стандартному интерфейсу RS-232. Стоимость низкоскоростных радиомодемов колеблется от 400 до 1500 долларов США. Ко второй группе относятся модели, использующие технологию шумоподобных сигналов (Spread Spectrum), далее по тексту ШПС. Рассматривались радиомодемы GINA, оборудование семейств WAVELAN и ARLAN. Все устройства работают в широком диапазоне частот, используя технологию ШПС, обладают высокой помехоустойчивостью, скорость передачи данных составляет 1-2 Мбод (исключением является радиомодем GINA, скорость передачи которого ограничена 19 кбод). Подключение к компьютеру аппаратуры WAVELAN и ARLAN осуществляется посредством сетевой карты, интегрированной в оборудование; радиомодем GINA подсоединяется к стандартному интерфейсу RS-232. Стоимость средств радиопередачи данных, использующих технологию ШПС, колеблется от 1000 до 4000 долларов США за полукомплект.

Значительной проблемой является получение разрешения на использование того или иного радиопередающего средства в конкретном месте.

Исключением являются радиотехнические средства КВ-диапазона 27 МГц. В связи с этим АС и ЦС комплектуются как средствами, обеспечивающими проводную связь, так и низкоскоростными радиомодемами на основе микросхем TCM 3105 и радиостанциями ALAN 100 plus CB-диапазона с антеннами ENERGY 1/2, не требующими получения разрешения для их использования, и как опция высокоскоростным ШПС-радиомодемом.

Для обеспечения достоверности приема команд используется мажоритарный принцип приема с передачей сигнала подтверждения.



Рис. 3. Командное меню диалога с оператором центральной станции

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) экспериментального образца мобильной измерительной системы включает в себя

- программное обеспечение автономной станции;
- программное обеспечение центральной станции;
- программное обеспечение процессора цифровой обработки сигналов аналого-цифрового преобразователя.

ПО центральной станции обеспечивает:

- передачу команд управления от ЦС к АС;
- прием информации от АС и запись ее на диск;
- контроль правильности функционирования канала передачи данных;

ПО автономной станции обеспечивает:

- прием команд управления от ЦС и их выполнение;
- ввод информации от акустических датчиков и запись этой информации на твердотельный диск;
- передачу информации в ЦС по радиоканалу или кабельной линии связи;
- контроль правильности работы устройства ввода информации.

Все программное обеспечение написано на языке программирования С. На рис. 3 представлен экран командного меню диалога с оператором ЦС.

Программный модуль цифрового процессора сигналов хранится в ПЗУ платы обработки сигналов блока АЦП АС и запускается на выполнение на сигнальном процессоре ADSP 2181 этой платы при включении питания. ПО процессора сигналов написано на ассемблере и обеспечивает выполнение следующих функций:

- конфигурацию аппаратных ресурсов процессора и платы в соответствии с командами, полученными от блока управления;
- выбор режимов работы блока АЦП АС (останов, тестовый, пороговый, нормальный);
- обработку данных от АЦП (цифровую фильтрацию, реализацию специальных алгоритмов);
- передачу данных на MicroPC.

Заключение

Создана система для сбора акустической аналоговой информации в полевых условиях для жестких условий эксплуатации. Ядром системы является автономная станция, применение в которой готовых модулей промышленной вычислительной техники позволило существенно сократить время разработки и изготовления системы, снизить соответствующие затраты. АС и ЦС можно использовать для сбора любой (не только акустической) информации, применяя любые алгоритмы предварительной обработки и фильтрации первичных данных, выбирая наиболее удобный в конкретной ситуации канал. ●

(C) 1998 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru