

А.П. Ростов

АППАРАТУРА РЕГИСТРАЦИИ И ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНЫМ АЭРОЗОЛЬНЫМ ЛИДАРОМ

Предложен вариант построения аппаратуры регистрации и дистанционного управления малогабаритным аэрозольным лидаром.

Работающие в настоящее время аэрозольные лидары типа «ЛОЗА-3», «ЛОЗА-5» смонтированы на шасси и сервосистемах различных радиолокационных станций. Это крупногабаритные и тяжелые устройства, требующие для перемещения тяжелый автомобиль или тягач. Конструкция этих лидаров такова, что в рабочем положении во внутреннем объеме кабины устанавливается температура, на несколько градусов превышающая наружную. Поскольку современный лидар, как правило, имеет в качестве регистрирующего и управляющего звена современный компьютер, то работа последнего становится проблематичной при отрицательных температурах. Да и самому экспериментатору работать в таких условиях сложно и вредно, а проводить рутинные измерения становится практически невозможно.

Учитывая все сказанное выше, автором предложен аппаратно-программный комплекс для малогабаритного аэрозольного лидара, оптико-механический тракт которого разработан в ИОА РАН. Он позволяет дистанционно регистрировать и управлять лидаром на расстоянии до 500 м от компьютера. В основу передачи информации, была положена идея, уже проверенная на инфракрасном лидаре для вертикального зондирования тропосферного озона [1], а для передачи, приема команд и управления сервосистемой был специально разработан микроконтроллер на основе однокристалльного микрокомпьютера. Структурные схемы аппаратуры регистрации и аппаратуры управления представлены на рис. 1 и 2 соответственно.

Технические характеристики аппаратуры лидара

Максимальная амплитуда сигнала	3 В
Частотный диапазон входного сигнала	(0–7,5) МГц
Динамический диапазон входного сигнала	60 дБ
Входное сопротивление	50 Ом
Частота дискретизации	40 МГц
Максимально допустимая частота зондирования	41 Гц
Стабилизация частоты синхронизатора	кварцевая
Разрядность АЦП	7 бит
Объем регистрируемой информации за 1 импульс	8192 слов
Вид входного синхросигнала	световой или электрический
Количество переключений усиления за 1 зондирование	16
Разрядность ЦАП установки «0»	8
Скорость передачи информации модемом	5 Мбит/с
Способ кодирования информации модемом	4/5 БВНМ
Вид линии связи модема	р/ч кабель 50 Ом
Напряжение гальванической развязки	2кВ
Интерфейс управляющего канала	RS-232
Число аналоговых входов управляющего микроконтроллера	8
Максимальное входное напряжение	± 5 В
Число аналоговых выходов управляющего микроконтроллера	2
Максимальное выходное напряжение	± 10 В
Число 8-разрядных портов ввода-вывода	4

В процессе эксплуатации лидарных систем по зондированию атмосферного аэрозоля было замечено, что соотношение сигнал-шум на выходе фотоэлектронного умножителя (ФЭУ) составляет в лучшем случае 30 дБ, а обычно это соотношение находится в пределах 20 дБ. Учитывая, что с одного направления при сканировании редко делается более трех ус-

редней, то для оцифровки эхосигнала с точностью 5% достаточно семиразрядного аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Необходимое условие при этом - держать уровень входного сигнала АЦП в середине его динамического диапазона.

С учетом этих требований и был разработан аналого-цифровой тракт аппаратуры регистрации аэрозольного лидара.

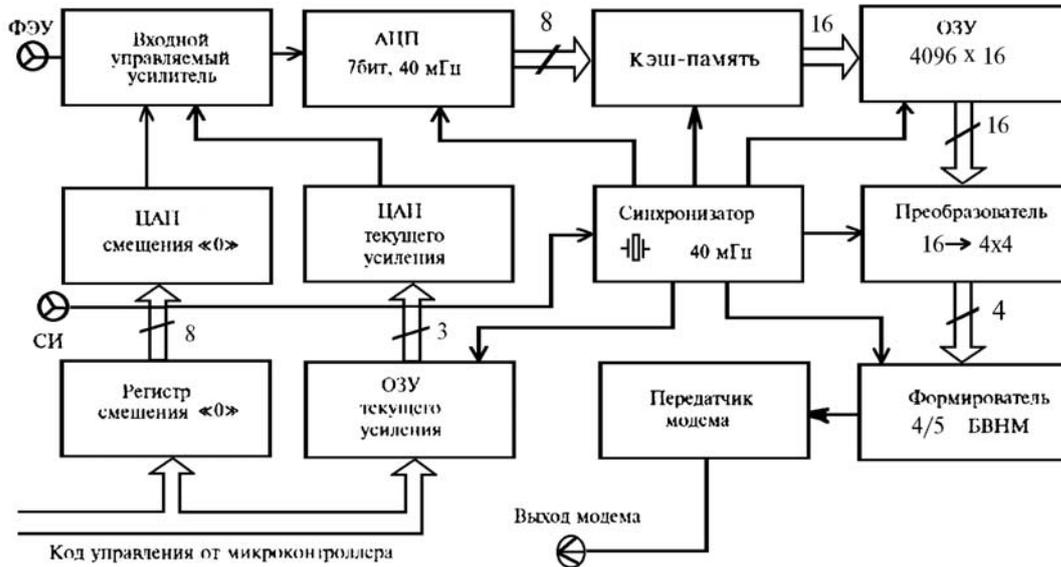


Рис. 1. Структурная схема аппаратуры регистрации и передачи информации аэрозольного лидара

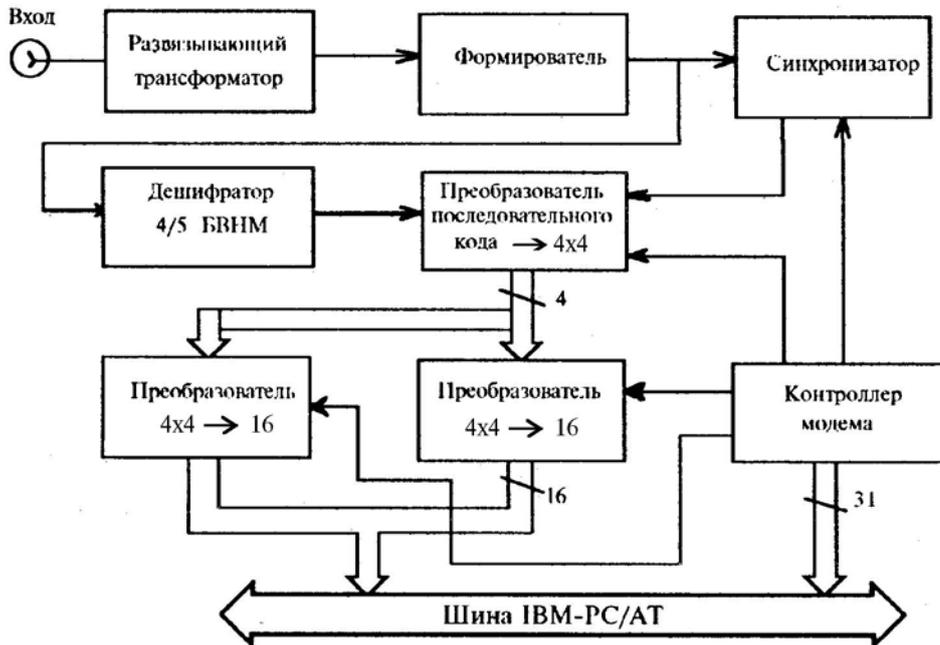


Рис. 2. Структурная схема аппаратуры модема, устанавливаемой в IBM-PC/AT

Опишем его подробнее. Эхосигнал в виде электрического тока поступает от ФЭУ на вход управляемого усилителя. В зависимости, от кода текущего коэффициента усиления входной усилитель имеет 8 ступеней передачи тока в диапазоне от 0,5 до 4. Пользователь предварительно (перед зондированием) заносит код коэффициента усиления в оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), которое опрашивается счетчиком дальности стробов в момент оцифровки эхосигнала, изменяя тем самым усиление входного сигнала по нужному за-

кону. Кроме этого, на вход усилителя подается еще один постоянный сигнал компенсации напряжения «засветки» и смещения «нуля». Этот сигнал формируется цифро-аналоговым преобразователем (ЦАП), который имеет свой буферный регистр, управляемый от микроконтроллера по командам с пульта оператора. С выхода усилителя эхосигнал поступает на вход семиразрядного параллельного АЦП, выполненного на основе двух больших интегральных схем (БИС) АЦП 1107ПВ3А. Как показывают эксперименты в области разработки АЦП для лидаров, предлагаемое решение выгодно отличается от построения узла оцифровки на основе однокристалльной 8-разрядной БИС АЦП 1107ПВ2:

- не нужно громоздкого и сложного устройства выборки и хранения, поскольку время преобразования не более 10 нс, и отсутствует эффект «пропадания разрядов»;
- потребляемая мощность в три раза меньше;
- не критичность к питающим напряжениям.

Информация в виде цифрового 8-разрядного кода (8-й разряд «переполнение») с АЦП поступает на вход кэш-памяти и далее на ОЗУ – передатчик модема – линия связи – приемник модема, установленный в IBM-PC/АТ. Более подробно эта часть аппаратуры описана в [1].

Далее рассмотрим работу микроконтроллера лидара. Основное назначение его – контролировать сервопривод, температуру охлаждающей жидкости и оборудования, напряжения вторичных источников питания, принимать команды с пульта оператора и передавать информацию о текущем состоянии лидара. В качестве центрального процессора микроконтроллера используется БИС 1816ВЕ31 [2], которая является аналогом прибора i8031 фирмы Intel. Это 8-разрядный однокристалльный микрокомпьютер с быстродействием чуть более одного миллиона элементарных операций в секунду. Демультимплексацией сигналов микрокомпьютера была организована внутренняя шина микроконтроллера, состоящая из шин адреса, данных и управления. На внутреннюю шину подключены два периферийных программируемых адаптера (ППА), ОЗУ и ПЗУ емкостью по два килобайта каждое. К порту P1 БИС 1816ВЕ31 подключен однокристалльный 10-разрядный АЦП 1113ПВ1, к входу которого подсоединен аналоговый коммутатор 8 → 1590КН6. Основное назначение этого АЦП с коммутатором – оцифровать аналоговые сигналы с датчиков температуры, напряжений и сервопривода. К последовательному порту микрокомпьютера подсоединен формирователь сигналов RS-232, через который поддерживается связь с пультом оператора IBM-PC/АТ/286/386/486. Порты А и В первого ППА подключены к датчикам положения привода, а порты А и В второго ППА через ЦАПы служат для выдачи аналоговых сигналов управления сервоприводом. Порты С как первого, так и второго ППА служат для управления режимами работы основного сигнального тракта лидара. Такая архитектура микроконтроллера позволяет программно адаптировать его ко многим конструкциям лидаров.

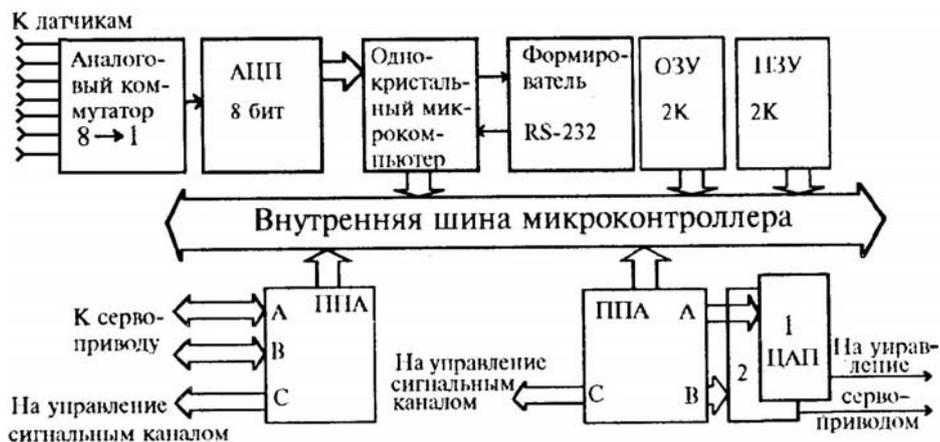


Рис. 3. Структурная схема микроконтроллера управления аэрозольным лидаром

Вся программа, по которой действует микроконтроллер, находится в ПЗУ 573РФ5. Она состоит из неизменяемой части – «монитора» и конкретной под каждый лидар программы

управления. «Монитор» служит в основном для отладки программы управления, а также для диагностики узлов микроконтроллера и лидара и выдачи нестандартных команд управления:

- записать байт по адресу,
- считать байт по адресу,
- записать байт во внутреннее ОЗУ,
- считать байт из внутреннего ОЗУ, и т.п.

Алгоритм работы программы управления во многом зависит от применяемых сервоприводов. Впервые микроконтроллеры были применены в лидарах "ЛОЗА-3" и "ЛОЗА-5", где установлены принципиально разные сервоприводы и в обоих случаях задача была выполнена без каких-либо аппаратных переделок.

Основная задача программы управления – выполнить две команды: сканировать в заданном секторе с заданной скоростью; встать в точку с заданной скоростью и при этом не допустить запрещенных положений сервопривода, которые могут иметь место при ошибочных действиях оператора и сбоев в аппаратуре. При их выполнении микроконтроллер непрерывно ведет выдачу координат положения сервопривода и отслеживает команды, поступающие от оператора по линии связи.

Все программное обеспечение микроконтроллера написано на языке Ассемблера ASM51 и оттранслировано с помощью универсальной кроссистемы TASM, функционирующей на IBM-PC под управлением операционной системы MS-DOS.

1. Ростов А. П. // Оптика атмосферы. 1993. Т. 6. N 5. С. 598-602.

2. Сташин В. В., Урусов А. В., Молотонцева О. Ф. Проектирование цифровых устройств на однокристалльных микроконтроллерах. М.: Энергоатомиздат, 1990. 224 с.

Институт оптики атмосферы СО РАН,
Томск

Поступила в редакцию
28 декабря 1992 г.

A. P. Rostov. Electronic equipment of a compact aerosol lidar for data acquisition and remote control of the lidar operation.

An alternative version of the electronic equipment of a compact aerosol lidar for data acquisition and remote control of the lidar operation is proposed.