

А.П. Ростов

**АППАРАТУРА РЕГИСТРАЦИИ И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ИНФРАКРАСНОГО ЛИДАРА
ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ТРОПОСФЕРНОГО ОЗОНА
В ПЕРСОНАЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР СЕМЕЙСТВА IBM-PC/AT/386/486**

Предложен вариант построения регистрирующей аппаратуры лидара с использованием персонального компьютера фирмы IBM.

Высокие вычислительные мощности и прекрасные средства отображения графической информации персональных компьютеров фирмы IBM все сильнее привлекают внимание экспериментаторов в плане применения таких компьютеров в своих установках для изучения атмосферы. Однако IBM-PC – сложный и дорогостоящий прибор, требующий тепличных условий эксплуатации, поэтому не всякий исследователь решится поместить его рядом с экспериментальной установкой, работающей на открытом воздухе, да еще в наших сибирских условиях. Современные лидары, применяемые для исследования атмосферы, как правило, содержат мощный импульсный оптический квантовый генератор, который является источником сильных электромагнитных помех. Мощность помех бывает настолько велика, что делает невозможным эксплуатацию персонального компьютера (ПК) в непосредственной близости от лидара. С учетом вышесказанного мною были разработаны и изготовлены несколько аппаратурно-программных комплексов для различных лидаров. Ниже приводится описание аппаратуры для инфракрасного двухчастотного лидара вертикального зондирования тропосферного озона последовательного действия.

Вся аппаратура состоит из двух устройств. Одно находится в непосредственной близости от установки, а другое помещается в персональный компьютер. Структурные схемы соответственно представлены на рис. 1, 2. Внешнее устройство лидара соединено с установленным в ПК радиочастотным кабелем и имеет гальваническую развязку от последнего. Передача информации ведется в цифровом виде скоростным модемом, входящим в состав обоих устройств аппаратуры. Технические характеристики аппаратуры двухчастотного лидара приведены ниже.

Технические характеристики аппаратуры лидара

Максимальная амплитуда входного сигнала	1 В
Частотный диапазон входного сигнала	(0–7,5) мГц
Динамический диапазон входного сигнала	56 дБ
Входное сопротивление	50 Ом
Частота дискретизации	15 мГц
Частота зондирующих пар импульсов не более	92 Гц
Стабилизация рабочей частоты синхронизатора	кварцевая
Разрядность АЦП	8 бит
Объем регистрируемой информации	2 × 1024 отсчета
Разрядность ЦАП	8 бит
Вид синхронизации	двойной электрический импульс
Амплитуда синхронизирующего импульса	не менее 5 В
Входное сопротивление входа синхронизации	50 Ом
Вид кода модема	групповой 4/5 БВНМ
Выходное сопротивление модема	50 Ом
Длина линии связи	не более 500 м
Напряжение гальванической развязки	до 300 В

Опишем кратко работу выносной части аппаратуры. Аналоговый экосигнал с фотоприемника лидара подается на вход управляемого усилителя. Этот усилитель может по сигналу синхронизатора ступенчато менять коэффициент усиления, что позволяет с достаточной точностью зарегистрировать сигнал как с ближней, так и с дальней зоны за один зондирующий импульс лидара. После усиления сигнал подается на вход 8-разрядного аналого-цифрового

преобразователя (АЦП) параллельного действия 1107ПВ2. Это довольно капризный прибор, требующий индивидуальной подборки условий его эксплуатации (фильтрация питающих напряжений, подборка скважности и фронтов тактирующего сигнала), но приходится его использовать (за неимением лучшего) в отечественной элементной базе АЦП. Далее поток уже цифровой информации в виде 8-разрядного параллельного кода поступает на вход кэш-памяти, применение которой вызвано отсутствием у автора скоростных микросхем памяти.

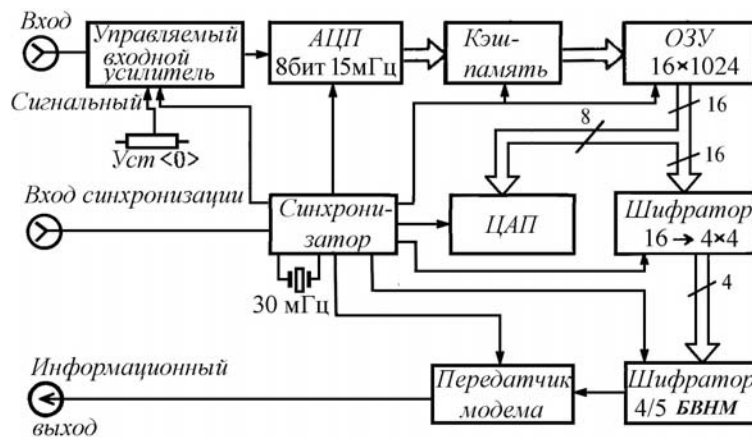


Рис. 1. Структурная схема аппаратуры регистрации и передачи информации двухчастотного лидара для вертикального зондирования тропосферного озона, расположенной в непосредственной близости от установки

Кэш-память имеет 8-разрядный вход и 16-разрядный выход при вдвое низкой частоте выходной информации. 16-разрядный код из кэш-памяти регистрируется в оперативном запоминающем устройстве, которое заполняется только после прихода двух запускающих импульсов синхронизации. По окончании заполнения оперативной памяти информацией синхронизатор дает команду модему «передать информацию». По этой команде модем формирует заголовок информационного пакета, переводит ОЗУ в режим чтения и, преобразуя 16-разрядное слово ОЗУ в самосинхронизирующийся трехчастотный код 4/5 БВНМ [1], передает его в линию связи. Окончив передачу, модем сообщает об этом синхронизатору, который подготавливает ОЗУ и входные цепи к приему следующей порции аналоговой информации. Таким образом, цикл замыкается. Во внешнем устройстве аппаратуры для контроля и отладки имеется цифро-аналоговый преобразователь, выходной разъем которого установлен на передней панели. ЦАП позволяет как в режиме «работа», так и в режиме «настройка» наблюдать содержимое ОЗУ на экране осциллографа, причем в режиме «настройка» частота регенерации информации из ОЗУ не зависит от частоты зондирующих импульсов передатчика и имеет максимально возможную частоту. Модем в этом режиме также циклически передает информацию из ОЗУ в линию связи. Таким образом, сделав одиночное зондирование атмосферы и включив режим «настройка», можно качественно оценить эхосигнал на экране осциллографа и детально исследовать его на ПК.

Теперь рассмотрим работу второго устройства аппаратуры лидара, установленной в ПК. Цифровой информационный пакет из линии связи через развязывающий трансформатор поступает на вход приемника модема. Здесь в формирователе происходит разделение синхронизации и информации. Первая поступает на синхронизатор устройства, а вторая – на дешифратор. После дешифрации информация преобразуется в параллельно-последовательный код 4x4, а затем двумя преобразователями - в параллельный 16-разрядный код. Эти преобразователи по командам синхронизатора по очереди работают в режиме записи. Управление осуществляется через контроллер модема. Он имеет два 16-разрядных регистра данных и один 8-разрядный регистр команд и состояний. Контроллер занимает адреса с 300H по 304H в адресном пространстве ввода-вывода ПК, что соответствует рекомендациям фирмы IBM. Скоростной модем аппаратуры лидара накладывает некоторое ограничение на применяемый ПК. Для работы с лидаром можно использовать IBM-совместимый ПК класса AT и выше с тактовой частотой не менее 12 МГц. При этом для приема информации от модема используются все ресурсы компьютера.

Подавляющее большинство программистов и пользователей IBM-совместимых компьютеров применяют языки программирования фирм *Microsoft* и *Borland*. Поскольку протокол обмена параметрами у них различный, было решено написать две программы-функции, обслуживающие модем, а в данном случае – лидар, для языков программирования этих фирм. Обе программы-функции были написаны на языке Ассемблер и оттранслированы компиляторами с языка Ассемблер MASM и TASM (каждой из фирм соответственно).

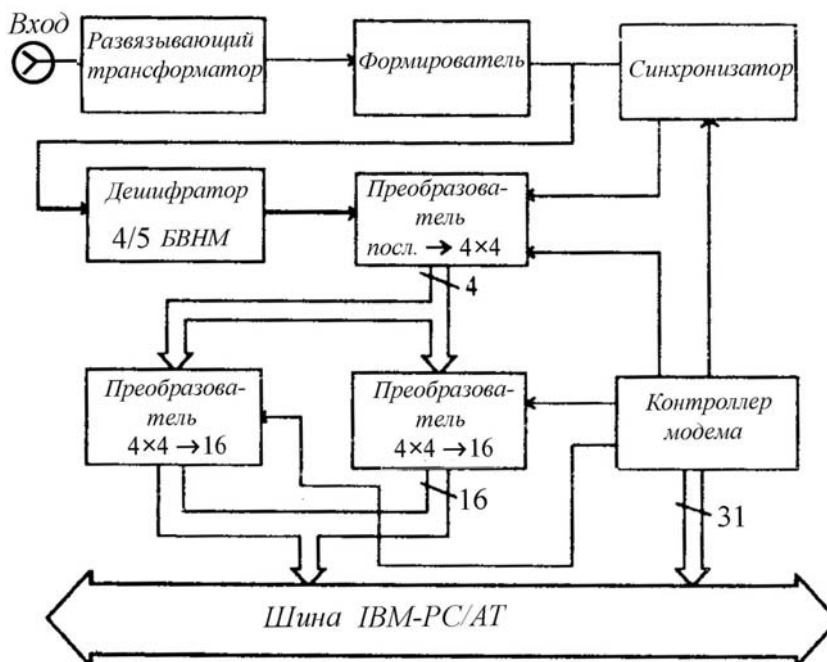


Рис. 2. Структурная схема аппаратуры регистрации и передачи информации двухчастотного лидара для вертикального зондирования тропосферного озона, устанавливаемой в IBM-PC/AT

Функция *Modem 5* (M, N, K, L) обслуживает модем в средах программирования фирмы *Microsoft*, где M – сегмент рабочего целочисленного массива; N – смещение рабочего целочисленного массива; K – количество 16-разрядных слов в пакете; L – количество пакетов.

Функция *Modem 5b* (M, K, L) обслуживает модем в средах программирования фирмы *Borland*, где M – рабочий целочисленный массив; K – количество 16-разрядных слов в пакете; L – количество пакетов.

Предложенное программное обеспечение значительно упрощает экспериментаторам написание своих прикладных программ по зондированию озона, поскольку не нужно специальных знаний в области электроники средств связи, вычислительной техники и системного программирования.

Опытная эксплуатация подобных систем на лидарах типа «ЛЮЗА» и на установках по изучению турбулентности атмосферы показала удобство и высокую надежность такого построения экспериментальной системы, а также хорошую гибкость и мобильность.

В настоящее время заканчивается разработка интеллектуального контроллера лидарных систем, который позволит по стандартному для IBM-PC коммуникационному порту вести диалог на уровне команд и сообщений на расстоянии до 500 м между ПК и лидаром, но об этом в следующих статьях.

И. Р ы ж к о в В . А . // Внешние запоминающие устройства на магнитном носителе. М.: Энергия, 1978. 247 с.

Институт оптики атмосферы РАН,
Томск

Поступила в редакцию
6 ноября 1993 г.

Rostov A.P. Instrumentation for Data Recording and Transmission of IR Lidar Intended for Vertical Sounding of Tropospheric Ozone with the USE of a Computer IBM-PC/AT/386/486.

The paper presents a modification of construction of data recording instrumentation of IR lidar with the use of a computer IBM-PC/AT/386/486.