

**В.Л. Правдин, В.В. Зуев, А.В. Невзоров**

### **ЭЛЕКТРОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОМ УСИЛЕНИЯ ФЭУ ПРИ РЕГИСТРАЦИИ ЛИДАРНЫХ ЭХОСИГНАЛОВ С БОЛЬШИМ ДИНАМИЧЕСКИМ ДИАПАЗОНОМ В РЕЖИМЕ СЧЕТА ФОТОНОВ**

Представлены и обсуждаются результаты экспериментальных работ, связанных с электронным управлением коэффициентом усиления счетных ФЭУ при регистрации лидарных эхосигналов с большим динамическим диапазоном.

При лазерном зондировании стратосферы и мезосферы, проводимом на Сибирской лидарной станции (СЛС), лидарные эхосигналы имеют большой динамический диапазон, достигающий величины  $10^{13}$ , в то время как предел линейности современных счетных ФЭУ не превышает величины  $10^5$ . Однако применение существующих методов и устройств для сокращения этого диапазона не позволяет в полной мере использовать энергетический потенциал лидара и приводит к существенным искажениям при их фоторегистрации или снижению потолка зондирования. В последнее время для этой цели как у нас в стране [1, 2], так и за рубежом [3] находят широкое применение электронные способы управления коэффициентом усиления ( $K_{yc}$ ) ФЭУ (его импульсным запиранием), работающих в токовом режиме.

В данной работе исследовались различные методы электронного управления  $K_{yc}$  счетных ФЭУ, предназначенных для регистрации в ультрафиолетовой, видимой и ближней инфракрасной областях оптического диапазона и имеющих различные конструктивные особенности. Исследовалась эффективность запирающего фотоприемника во входной камере, по первым диодам и в конце диодной системы, т.к. все эти три области наиболее ответственны за возникновение эффекта последействия. У ФЭУ, имеющих модулирующий электрод (ФЭУ-79, ФЭУ-104, ФЭУ-106), наиболее эффективным оказалось запирающее, осуществляемое во входной камере фотоприемника путем подачи управляющего импульса напряжения на фотокатод, а не на модулятор. В фотоприемниках, в которых отсутствует модулирующий электрод (ФЭУ-130) и имеется высокое напряжение между фотокатодом и первым диодом, наилучших результатов по запирающему удалось добиться в промежутке между первым и вторым диодами. Запирание фотоприемника в области последних диодов при воздействии на его фотокатод больших засветок оказалось недостаточно эффективным.

По результатам проведенных исследований были разработаны и изготовлены блоки электронного управления  $K_{yc}$  ФЭУ-106 для лидара по измерению температуры в страто-мезосфере, а на базе ФЭУ-130 – для лидара по измерению стратосферного озона и аэрозоля.

Для иллюстрации на рис. 1 представлены три последовательных с 30-минутным временем накопления лидарных эхосигналов на длине волны 532 нм, полученных 20 марта 1996 г. Эхосигнал 1 получен без применения мер ограничения светового потока, а эхосигналы 2 и 3 для сокращения их большого динамического диапазона получены с помощью блока электронного управления  $K_{yc}$  ФЭУ и механического обтюратора соответственно. Видно, что сигнал 1 имеет три вида искажений: первый – режим насыщения фотоприемника, приводящего к потере информации до высоты 20 км, второй – «проседание» после окончания режима насыщения и третий – последействие в конце трассы зондирования, проявляющееся в виде дополнительных шумовых импульсов, в 5–6 раз превышающих фон неба и внутренние шумы фотоприемника. Применение обтюратора, из-за недостаточно большой частоты вращения вала двигателя, приводит к большой переходной зоне.

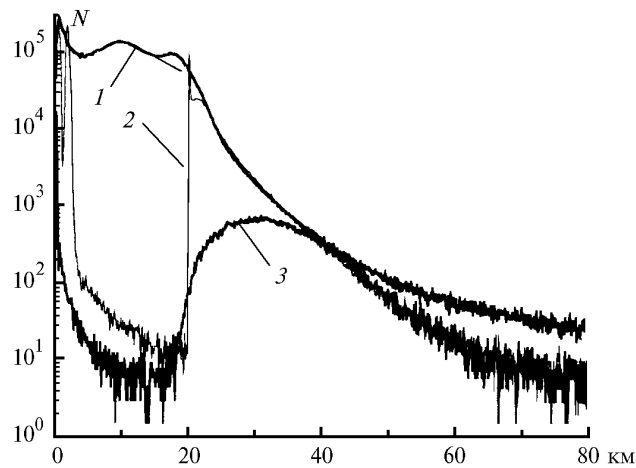


Рис. 1. Лидарные эхосигналы

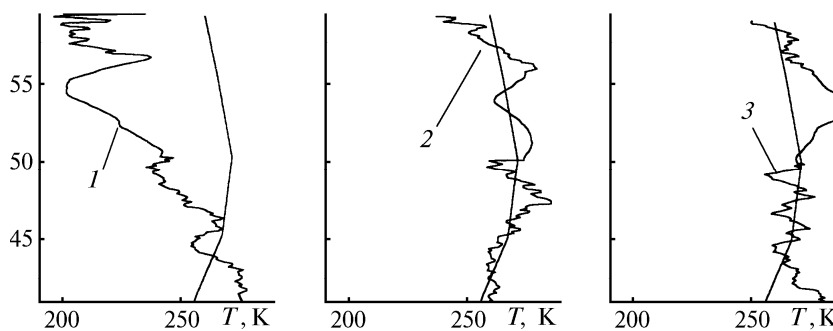


Рис. 2. Профили температуры

На рис. 2 представлены высотные профили температуры, восстановленные из этих сигналов. Как видно, лучшее совпадение с модельным ходом температуры имеет профиль, полученный с использованием электронного метода управления  $K_{yc}$  ФЭУ (профиль 2). Профиль температуры 3, полученный при помощи механического обтюратора, восстанавливается только с высоты 45 км, а профиль 1, полученный без применения мер ограничения большого светового потока, можно считать забракованным.

Блок электронного управления  $K_{yc}$  ФЭУ имеет следующие параметры: время включения 10 мкс; диапазон изменения задержки 10 мкс – 1 мс; напряжение питания 100 В. Управление временем задержки открывания ФЭУ осуществляется от контроллера, выполненного в стандарте компьютера IBM PC.

Проведенные стендовые и натурные динамические измерения реакции фотокатода и диодной системы счетных фотоприемников на сильные импульсные засветки позволяют судить об эффективности метода электронного запирания при регистрации лидарных эхосигналов с большим световым динамическим диапазоном.

Работа выполнена при финансовой поддержке Миннауки России на установке «Сибирская лидарная станция (рег. N 01-64)».

1. Гладких В. А. и др. // I межresp. симп. «Оптика атмосферы и океана». Ч. 2. Томск, Изд. ИОА СО РАН, 1994. С. 227–228.
2. Невзоров А. В., Правдин В. Л. // II Межresp. симп. «Оптика атмосферы и океана». Ч. 2. Томск, Изд. ИОА СО РАН, 1995. С. 353.
3. Likura et al. // Appl. Optics. 1987. V. 26. N 24. P. 5299–5306.

Институт оптики атмосферы СО РАН,  
Томск

Поступила в редакцию  
19 июля 1996 г.

V. L. Pravdin, V. V. Zuev, A. V. Nevzorov. **PM Gain Electronic Control during Recording Lidar Returns of Wide Dynamical Range in Photon Counting Operational Mode.**

The experimental results on electronic control by PM gain under recording the lidar returns of wide dynamical range are presented and discussed.