

ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЗАКОНЧЕННОЕ СЕМЕЙСТВО УСТРОЙСТВ  
«ВИДЕОТРАССА» - ОСНОВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ  
КОМПЛЕКСОВ.

*В.П. Майоров, М.С. Семин,*  
ЗАО «НПК ВИДЕОСКАН»

За период, начиная с 2008 по настоящее время, в ЗАО «НПК ВИДЕОСКАН» было разработано семь функционально-различных устройств решающих как задачи оптической регистрации (получения изображений) объектов так и задачи синхронизации и подсветки в баллистических экспериментах.

Комплекс устройств семейства, названный нами ВидеоТрасса, позволяет:

- решить задачу сплошного контроля с архивации результатов баллистических экспериментов, в том числе при стрельбе очередью;
- получать 3D изображения быстролетающих объектов, в том числе получение изображений, для задач измерения геометрии всей поверхности объекта;
- получать изображения ударных волн в натуральных экспериментах;
- с высокой точностью измерять параметры движения объекта - величины и направления вектора скорости, скорости вращения объекта, угла и скорости нутации, координат и времени прохождения объектом участков траектории;
- исследовать и измерять параметры запреградных явлений.

Семейство ВидеоТрасса образуют следующие устройства:

- теневой импульсный регистратор – ВидеоТИР;
- теневой однострочный регистратор – ВидеоТОР;
- щелевой регистратор – ВидеоСтринг;
- лазерный однострочный регистратор – ВидеоЛОР;
- устройства подсветки объектов съемки – ВидеоСвет;
- устройства синхронизации съемки – ВидеоСтарт.

Конструктивно устройства семейства ВидеоТрасса представляют собой компактные устройства на твердотельных компонентах, что позволяет эффективно адаптировать их для использования как в условиях закрытых, так и открытых баллистических трасс, а также в зонах экстремального внешнего электромагнитного и механического воздействия.

Макеты и опытные образцы перечисленных выше устройств прошли натурные испытания на баллистической трассе ФГУП «ПРИБОР» г. Ногинск и стенде ЦНИИМАШ г. Королев.

### **Теневой импульсный регистратор изображений «ВидеоТИР»**

Регистратор «ВидеоТИР», разработанный в 2008 году первый представитель семейства, предназначен для получения теневых изображений объектов (Рис. 8, 9 и 10 см. [1]) с экспозициями от 30-100нс, что при скорости движения объекта до 10 км/с обеспечивает «смаз» изображения менее 1мм. Причем указанная экспозиция относится к существующему устройству подсветки и нет принципиальных ограничений получить пикосекундные времена экспозиции при использовании излучателей с меньшим временем излучения при условии создания потока с интегральной энергией порядка 1мкДж.

Регистратор «ВидеоТИР» является функционально законченным устройством, управляющимся и питающимся от компьютера.

При использовании «ВидеоТИР» для регистрации баллистических экспериментов он может быть оснащен оптическим устройством синхронизации момента съемки «ВидеоСтарт».

### **Регистратор - хронограф «ВидеоСтринг»**

Регистратор-хронограф ВидеоСтринг, выполненный на базе CCD-сенсора, позволяет регистрировать последовательность изображений строк. Регистратор может быть использован в режиме одноцелевого и многоцелевого хронографа для регистрации самосветящихся процессов или объектов с использованием внешней подсветки (Рис. 7 см. [1]).

Технические характеристики:

- максимальная частота регистрации строк опытного образца устройства 3 МГц (потенциально до 10 МГц);
- число элементов в строке - 1024
- число регистрируемых строк – 1024 (в зависимости от характера объекта до 2048);
- синхронизация регистрации с устанавливаемой задержкой начала регистрации – внешняя (от процесса);
- регистрация предыстории (до синхронизации регистрации) – до 1024 строки.

### **Теневой однострочный регистратор «ВидеоТОР»**

Одной из последних разработок 2009 года явилось создание теневого однострочного регистратора ВидеоТОР. Конструктивной и функциональной особенностью этого устройства является применение световозвращающего экрана в виде узкой полосы, освещаемой

коллимированным потоком излучения полупроводникового лазера, что в совокупности позволило более чем на три порядка поднять уровень полезного сигнала (регистрируемый поток собственного излучения) по сравнению с устройством ВидеоТИР.

Первые эксперименты, в частности визуализация возмущения воздуха, создаваемый движением пулькой духового пистолета (Рис. 4 см. [1]) на скорости 60 м/с, показали достаточно высокую чувствительность метода регистрации.

Полученные в дальнейшем теневые изображения полета 30 мм снаряда (Рис. 2 см. [1]) демонстрируют высокое разрешение как по временной оси - 330 нс (потенциально 100 нс), так и по пространственной оси – в данном эксперименте 0,15 мм.

### **Лазерный однострочный регистратор «ВидеоЛОР»**

В 2010 году были завершены работы по устройству лазерной подсветке объекта узким щелевым пучком, в результате чего создано полнофункциональное устройство получения изображений быстролетящих объектов в отраженном свете и хронограмм несамосветящихся процессов «ВидеоЛОР» (Рис. 1 и 2 см. [1]).

Основные пространственно временные характеристики регистратора «ВидеоЛОР» такие же как у хронографа «ВидеоТОР».

Следует отметить, что на базе регистраторов «ВидеоЛОР» возможно построение устройства для получения полного (со всех сторон) изображения быстролетящего объекта в том числе для задач измерения его геометрии.

### **Двухкадровая экспозиция на ССD матрице. Регистраторы «ВидеоТИРх2» и «ВидеоТИР 2х2»**

Режим двухкадровой экспозиции на одной ССD матрице позволяет получить два последовательных во времени изображения объекта с временным сдвигом 1 мкс. Принципиальной особенностью такого решения является получение двух изображений одним оптическим комплексом «объектив-матрица», что гарантирует идентичность геометрии регистрируемых изображений. Такой режим используется, например, для исследования динамики потоков жидкостей и газов по методу Particle Image Velocimetry (PIV). Этот принцип был положен в основу регистраторов «ВидеоТИРх2» и «ВидеоТИР2х2» (разработка 2010 года).

На Рис. 11 см. [1] приведены лабораторные опыты с регистратором «ВидеоТИРх2».

## **Устройство синхронизации «ВидеоСТАРТ»**

Устройства синхронизации семейства «ВидеоСтарт» предназначены для формирования сигнала запуска различных регистраторов, при пересечении быстродвижущимся объектом плоскости синхронизации (блокирующей плоскости). Устройства «ВидеоСтарт» в зависимости от решаемых задач могут иметь различные оптические схемы, основанные на определении момента прерывания световых лучей исследуемым объектом.

В настоящее время разработаны и прошли испытания устройства «ВидеоСтарт 30» под объекты калибра 25-35 мм и «ВидеоСтарт 08», для объектов калибра от 0,8 до 4 мм, движущихся со скоростями до 3 км/с.

### **Список литературы:**

1. М.И. Крутик, Ю.Н. Липченко, В.П. Майоров, В.Г. Романов, М.С. Семин, Р.Р. Шарипов. Результаты натурных испытаний устройств семейства регистраторов видеотрасса и электронно-оптических камер серии наногейт. Настоящий сборник.