

**Мухамедов  
Виталий Равилевич,**  
начальник испытательного полигона  
(ст. Донгузская Оренбургской обл.)  
З ЦНИИ МО РФ, полковник



**Косарев  
Игорь Леонидович,**  
старший научный сотрудник 10 НИИО,  
к. т. н., доцент



**Самсонов  
Вадим Орестович,**  
старший научный сотрудник 4 НИИО,  
к. т. н.



**Самсонова  
Светлана Александровна,**  
научный сотрудник 10 НИИО



**Иванов  
Алексей Владимирович,**  
младший научный сотрудник 10 НИИО

# Методы получения информации о функционировании боеприпасов

**ИП 3 ЦНИИ Минобороны России (ст. Донгузская)**

В материалах статьи рассматривается повышение информативности и точности внешнетраекторных измерений параметров различных снарядов за счёт использования аппаратно-программных комплексов на базе оптико-электронных средств.

Одним из важнейших направлений деятельности полигона при проведении испытаний образцов вооружения и военной техники является постоянное совершенствование методов получения информации, позволяющей в конечном счете оценить соответствие образца заданным требованиям. При испытании боеприпасов особое внимание уделяется оценке их функционирования на различных участках траекторий. Сложность конструкции некоторых из них требует получения необходимых данных не только на начальных участках полета, но и в районах приемных площадок и при подлете к специальным мишеням.

Так по результатам реальных стрельб требуется оценить не только начальные скорости артиллерийских боеприпасов, но и скорости реактивных снарядов в конце активных участков траекторий, высоты их разделения (для некоторых образцов), в том числе каждого снаряда при залповой стрельбе РСЗО. Для бронебойных подкалиберных снарядов важно знать реальные значения углов подхода к цели. Для оценки функционирования неконтактных взрывателей должны определяться высоты срабатывания последних над грунтом.

Сложность перечисленных задач требует оснащения полигонов новым приборным оборудованием, позволяющим получать необходимую информацию на значительных расстояниях от огневых (стартовых) позиций. Кроме того, становится необходимым разработка и внедрение в практику проводимых испытаний новых методов применения этой техники.

Появление на полигоне современных мобильных оптико-электронных станций, позволяющих создавать локальные измерительные схемы практически в любом месте стрельбового поля, позволило разработать и проверить на практике метод определения высот разделений реактивных снарядов при залповой стрельбе. На рис. 1 показаны моменты срабатывания системы разделений реактивных снарядов (РС) и ввода парашютной системы стабилизации (ПСС) головной части, полученные с помощью транспортируемой мобильной оптико-электронной станции «Вереск-М» (МОЭСТ «Вереск-М»).



Рис. 1. Срабатывание систем разделения и ввода ПСС РС в кадрах МОЭСТ «Вереск-М»

С помощью обычных видеокамер в настоящее время в процессе испытаний боеприпасов определяются высоты срабатывания взрывательных устройств снарядов ствольной артиллерии и РСЗО. Однако следует отметить, что имеющиеся видеокамеры имеют незначительные скорости съемки (50 к/с) и только в редких случаях позволяют определять высоты срабатывания именно взрывательных устройств. На рис. 2 приведены кадры с наиболее часто получаемой информацией, используемой для определения рассматриваемого параметра, и той информацией, которая нужна для оценки высоты срабатывания собственно взрывателя боеприпаса.

При поставкекупаемых в настоящее время на полигон промышленных видеокамер и очередной МОЭСТ «Вереск-М» возможности оптических измерительных схем значительно возрастут.



Обычный вид разрыва  
Срабатывание взрывательного устройства

Рис. 2. Моменты срабатывания систем снаряда

В последнее время положительные результаты при проведении испытаний получены на полигоне и с помощью регистрирующей техники, работающей в инфракрасном диапазоне. Появившийся в процессе ее изучения и использования опыт позволяет говорить о том, что использование такой аппаратуры позволяет получать информацию о функционировании отдельных устройств боеприпасов вне зоны действия оптических средств регистрации и даже в сложных метеословиях.

На рис. 3 показан суммарный кадр функционирования трех самоприцеливающихся боевых элементов по оборудованному имитаторами бронетехники мишенному полю.

Следует сказать, что кроме оптических средств на полигоне для проведения траекторных измерений широко используются радиолокационные станции типа «Кама-Н» и современный доплеровский радар, позволяющий производить измерения параметров траекторий с частотой в несколько тысяч отметок в секунду.

В качестве примера на рис. 6 приведены сравнительные данные измерений, проведенных указанными выше средствами в ходе испытаний одного из типов артиллерийских боеприпасов.



Рис. 3. Термограмма функционирования СПБЭ

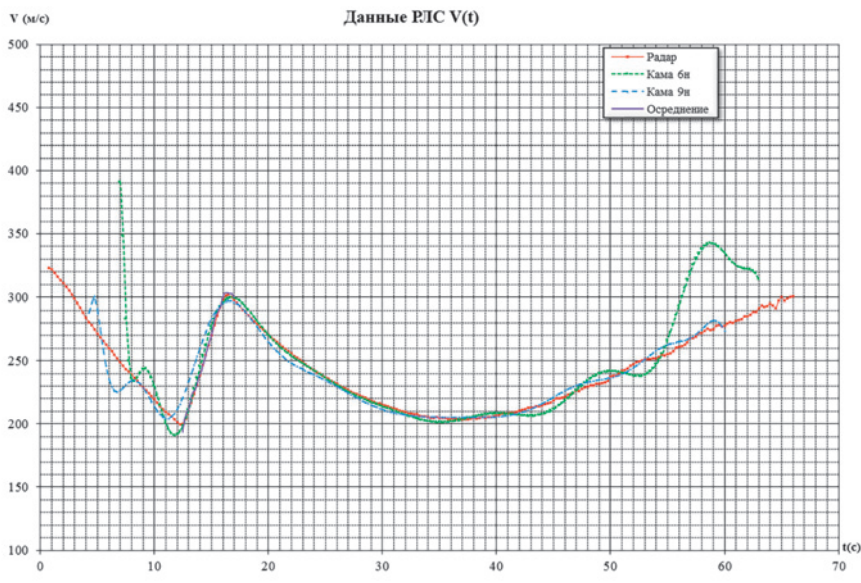


Рис. 4. Сравнительные данные траекторных измерений

На рис. 4 приведены сравнительные траекторные данные, полученные схемой траекторных измерений, состоящей из оптических станций Вика-А, РЛС Кама-Н и современного доплеровского радара.

Еще одна важная задача заключается в разработке нового метода определения углов вылета боеприпасов ствольной артиллерии. Известно, что этот параметр по существующей методике определяется путем проведения стрельб по щитовой мишенной обстановке. Это достаточно трудоемкие работы, требующие выделения только на их проведение определенного количества боеприпасов и подготовки специальных мишеней. Использование для решения этой задачи скоростной оптико-электронной техники может позволить в перспективе получать необходимую информацию на стрельбах любого назначения. На полигоне в настоящее

время уже экспериментально проверена возможность определения вертикальных углов вылета при стрельбе из танковых орудий. Для решения задачи специальной обработке подвергаются видеокдры, полученные с помощью скоростной видеокамеры, зафиксировавшие положение ствола орудия до выстрела и в момент вылета снаряда. Определяются положения продольной оси ствола и углы ее наклона к горизонтальной оси кадра в эти моменты. Затем вычисляется значение вертикального угла вылета как разность углов наклона линий бросания и выстрела. На рис. 5 и 6 показаны кадры видеозаписи в рассматриваемые моменты до и после специальной обработки, а на рис. 7 результаты определения положения оси ствола орудия.



Рис. 5. Изображения ствола и его оси до выстрела



Рис. 6. Изображения ствола и его оси в момент вылета снаряда

Полученные в результате обработки видеокдров результаты сведены в таблицу 1. В таблице приведены результаты расчетов рассматриваемого параметра, полученные как по данным реальных стрельб по щиту, удаленному от танка на 100 м, так и по новому методу.



Таблица 1

№ выстрела	Расчет по данным СВК*					Расчет по штатной методике**	
	Условия съемки и обработки	Номер кадра	Угол наклона оси ствола	Угол вылета снаряда	СКО, грал.	Угол вылета снаряда	СКО, грал.
1	Ствол (в состоянии покоя)	среднее значение по 100 кадрам	0° 15' 19"	0° 03' 13"	0° 0' 18"	0° 03' 01"	0° 0' 15"
	Ствол (выстрел)	3_сход	0° 18' 32"				
3	Ствол (в состоянии покоя)	среднее значение по 100 кадрам	0° 16' 26"	0° 03' 41"	0° 0' 11"	0° 03' 11"	0° 0' 15"
	Ствол (выстрел)	3_сход	0° 20' 07"				
4	Ствол (в состоянии покоя)	среднее значение по 100 кадрам	0° 19' 56"	0° 03' 22"	0° 0' 11"	0° 02' 32"	0° 0' 15"
	Ствол (выстрел)	3_сход	0° 23' 18"				
5	Ствол (в состоянии покоя)	среднее значение по 100 кадрам	0° 20' 18"	0° 03' 30"	0° 0' 17"	0° 03' 59"	0° 0' 15"
	Ствол (выстрел)	3_сход	0° 23' 48"				
Среднее значение угла вылета			0° 03' 27"		0° 03' 17"		

В настоящее время на полигоне проводятся теоретические и экспериментальные исследования, позволяющие оценить возможность получения углов вылета боеприпасов и в горизонтальной плоскости.

Щитовая мишенная обстановка используется на полигоне и для определения характеристик рассеивания боеприпасов ствольной артиллерии в вертикальной плоскости. Многолетний опыт проведения подобных работ также позволил выявить некоторые технические и организационные проблемы, приводящие к увеличению сроков проведения рассматриваемых испытаний и повышению их стоимости.

Так, при стрельбах на большие дальности (до нескольких километров) размеры щитов по ширине и высоте составляют в некоторых случаях более 10 метров. В этих условиях установка и обслуживание мишенной обстановки требуют привлечения специ-

альной техники, позволяющей работать на значительных высотах. Кроме того, большие ветровые нагрузки, часто действующие на конструкцию щита в условиях полигона, приводят к ее повреждению, для устранения которых требуются дополнительные временные и материальные затраты.

В настоящее время на полигоне проводятся теоретические и экспериментальные исследования возможности решения рассматриваемой задачи с помощью использования скоростных видеокамер и виртуальной щитовой мишенной обстановки. В случае их успешного завершения значительно сократятся временные и материальные затраты, необходимые для проведения этого вида испытаний.

Появление на полигоне скоростной оптико-электронной техники в сочетании с персональными компьютерами и уже имеющийся опыт применения обычных видеокамер в работах позволяет значительно расширить

перечень получаемых при проведении реальных стрельб параметров. Так на основе анализа изображения боеприпаса в последовательных кадрах видеозаписи его полета на выбранном участке траектории с помощью специальных программ становится возможным определение положения его продольной оси и центра масс.

В качестве примера на рис. 8 показаны результаты идентификации контура 152-мм снаряда, определения положения его продольной оси и центра масс.

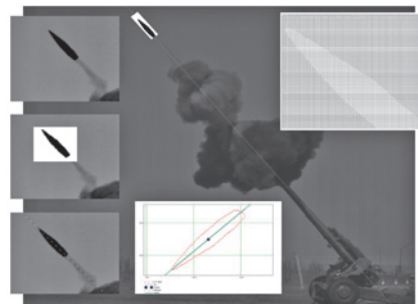


Рис. 8. Определение положения продольной оси и центра масс снаряда

Использование такого подхода позволяет определять углы между вектором скорости центра масс и продольной осью боеприпаса. Последнее особенно важно при проведении испытаний бронебойных подкалиберных снарядов. На рис. 9 приведен обработанный кадр видеопоследовательности полета БПС.

На полигоне в настоящее время уже разработан методический подход к решению последней задачи. Для его окончательного внедрения в практику испытаний ожидается в этом году поставка оборудования передачи данных для дистанционного запуска скоростных видеокамер в необходимый момент времени.



Рис. 9. Вид БПС на траектории

В конечном итоге можно говорить о том, что совершенствование измерительной схемы, методов получения и обработки информации позволяет не только увеличить количество определяемых по результатам стрельб параметров, характеризующих функционирование испытываемой техники, но и повысить точность их определения, снизить временные и материальные затраты, необходимые на проведение испытаний.

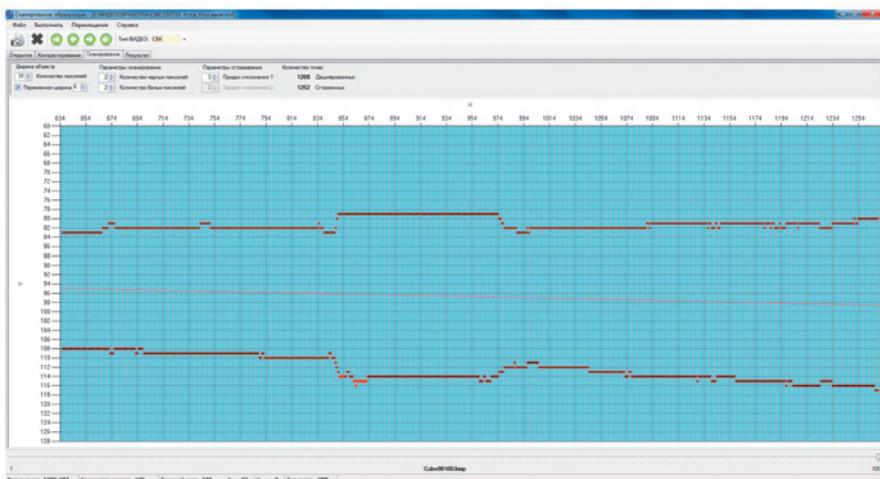


Рис. 7. Определение положения оси ствола