

УДК 623.5

**ПРОЕКТ РАДИОЛОКАЦИОННОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ СКОРОСТИ
АРТИЛЛЕРИЙСКИХ СНАРЯДОВ ВНУТРИ И ВНЕ СТВОЛА ОРУДИЯ**

И.М. Батраков, И.А. Новиков

*Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д.Ф. Устинова,
г. Санкт-Петербург*

В настоящее время для задач экспериментальной баллистики весьма важной проблемой является определение не только начальной скорости движения снарядов, но и скорости движения снарядов внутри канала ствола артиллерийского орудия (АО) [1–4]. Такая информация позволяет определить, насколько оптимальным является сочетание самого АО и параметров применяемых снарядов. В настоящее время, в отечественной артиллерии проблема совместного измерения скорости внутри и вне канала ствола является, по существу, нерешенной. Это связано с большими трудностями, присущими такой измерительной задаче. В работе представлен проект такого радиолокационного измерителя скорости снарядов (РИСС) для артиллерийского орудия. При этом используется радиолокационный метод измерения с использованием эффекта Доплера в области сантиметрового и миллиметрового диапазонов. Работу РИСС обеспечивают три составляющих:

1. Орудие с движущимся внутри ствола снарядом, на который падает и отражается радиоволна;
2. Рама-мишень, передняя плоскость которой является отражателем электромагнитной волны (ЭВ);
3. РИСС, состоящий из параболической антенны ЭВ с встроенным в неё He-Ne лазером, и блоком управления.

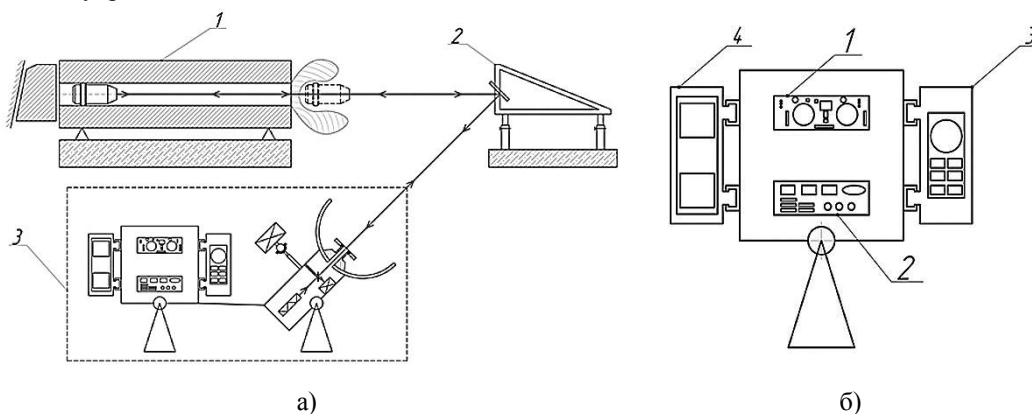


Рис. 1. а) Структурная схема установки для радиолокационного измерения скорости снаряда; б) Блок управления: 1 – приемно-передающее устройство; 2 – счетно-измерительное устройство; 3 – бортовой компьютер; 4 – аналогово-цифровой преобразователь

Отраженная ЭВ имеет сдвиг частоты F_D из за эффекта Доплера:

$$F_D = \frac{2 \cdot V}{c} \cdot f = 74 \cdot V, \quad (1)$$

Здесь V – скорость движения снаряда внутри и вне ствола орудия, f – рабочая частота генератора ЭВ (в нашем случае $f = 11,1$ ГГц), c – скорость света.

Очевидно, что F_D интенсивно изменяется при движении снаряда внутри ствола, и незначительно изменяется при движении снаряда вне ствола. Для измерения скорости снаряда внутри ствола предложено аналитическое выражение для изменения частоты Доплера во времени, содержащее два параметра (α, β):

$$F(t-t_{00}) = \alpha^{-1} F_0(t-t_{00}); F_0(t-t_{00}) = (t-t_{00})^\alpha \exp(-\beta(t-t_{00})); t-t_{00} > 0. \alpha = F_0(t_0-t_{00}). \quad (2)$$

Здесь t – время, t_{00} – время начала движения, t_0 – момент вылета снаряда из ствола. Оно применимо для широкого класса артиллерийских орудий и минометов.

В РИСС предусмотрены два канала: для измерения скорости внутри ствола, и начальной скорости снаряда. Разработаны структура обработки, логика и алгоритмы обработки для отраженного радиолокационного сигнала для обоих каналов измерений.

После общей части приемного тракта электроники, в которой выполняется обработка первичного сигнала, и формирование гармонического сигнала доплеровской частоты, сигнал попадает на два канала измерения.

Канал РИСС для измерения скорости снаряда внутри канала ствола включает в себя: нормирующий усилитель, АЦП, бортовой компьютер. На вход канала РИСС поступает отраженный доплеровский радиосигнал, а на выходе – амплитудный частотный спектр отраженного радиосигнала. По нему определяется максимальная частота спектра F_{max} , по которой вычисляется значение дульной скорости снаряда. Рис. 2а иллюстрирует процессы, происходящие в этом канале измерения.

Канал РИСС для измерения начальной скорости снаряда включает в себя: формирователь и счетно-измерительное устройство (СИУ). Гармонический доплеровский сигнал поступает в формирователь, в котором преобразуется в прямоугольный сигнал доплеровской частоты.

Этот сигнал поступает в СИУ, на выходе которого имеем среднее значение (по двум измерительным участкам) начальной скорости снаряда. Структура и временная диаграмма обработки сигналов в СИУ показана на рис. 2б.

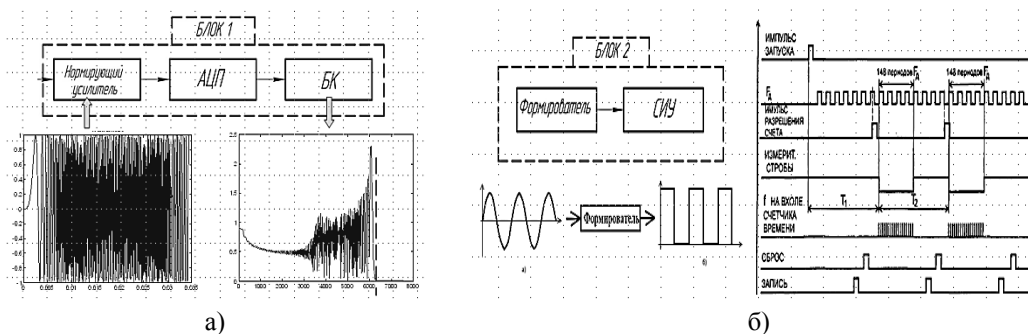


Рис.2. Структура и логика обработки данных для каналов измерений РИСС. а) Канал измерения скорости снаряда внутри канала ствола орудия; б) Канал измерения начальной скорости снаряда.

Алгоритмы обработки сигналов, и вычисление скорости снаряда реализованы в пакете МАТЛАБ. Проведена теоретическая оценка погрешности определения скорости снарядов для обоих каналов измерений.

Библиографический список

1. Бакулев П.А. Радиолокационные системы: Учебник для вузов. М.: Радиотехника, 2004.
2. Поршнев С.В. Моделирование радиолокационных сигналов, получаемых в задаче измерения параметров движения доплеровскими радиолокаторами. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2005.
3. Захаренков В.Ф. Внутренняя баллистика и автоматизация проектирования артиллерийских орудий. СПб: БГТУ «Военмех», 2010.
4. Новиков И.А., Кукин М.Ю., Мешков С.А. Методы измерений и измерительные приборы. СПб: БГТУ «Военмех», 2006.

УДК 623.4.01

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТТХ ОБРАЗЦА ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ НА ЕГО СТОИМОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ В БОЮ

Ю.Л. Вященко, Г.А. Аракелян

*Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д.Ф. Устинова,
г. Санкт-Петербург*

Эффективность – мера систем военной техники и вооружения, позволяющая сравнить их и по боевым качествам и по стоимостной составляющей. Эффективность включает в себя боевую и стоимостную составляющие, которые в свою очередь связаны между собой. В зависимости от того, что требуется в результате решения поставленной задачи, варьируются те или иные параметры, входящие в состав боевой и стоимостной эффективности. Необходимо учесть, что выделяемые денежные ресурсы на разработку систем вооружения ограничены.