

2. *Справочник* продукции ГНТЦ АСВ по средствам пожарной безопасности. — Киев: ГНТЦ АСВ, 1996. — 19 с.
3. *Борисюк А.А., Каравашкин Б.М.* Об учете влияния метеорологических условий при тушении удаленных очагов пожара с помощью артиллерийских средств минометного типа // Артиллерийское и стрелковое вооружение. — 2004. — № 3(12). — С. 42–45.
4. *Борисюк А.А., Волощук И.В., Каравашкин Б.М.* К вопросу применения радиометрических средств в противопожарных артиллерийских комплексах // Там же. — 2005. — № 3(16). — С. 51–53.
5. *Сенаторов Н.В., Невский А.П.* Применение на- шлемной системы управления в комплексе оптико- электронных средств дистанционно управляемых агрегатов // Наукові і технічні аспекти Чорнобиля. — 2002. — Вип. 4. — С. 344–349.
6. *Мубаракшин Р.В., Балувев В.М., Воронов Б.В.* Прицельные системы стрельбы. — М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1973. — 332 с.
7. www.filmotechnic.com.
8. www.lasertech.com/TruPulse-200-Specifications.
9. *НСЦ «Сура»:* Рекламно-информационный листок КП «ЦКБ «Арсенал», 2007. — 1 с.
10. *Зацерковный В.И.* Анализ возможностей повышения эффективности боевых действий с помощью геоинформационных систем // Артиллерийское и стрелковое вооружение. — 2009. — № 3(32). — С. 38–46.

УДК 621.396.96

АРТИЛЛЕРИЙСКАЯ БАЛЛИСТИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

А.Н. ЗУБКОВ, д-р техн. наук, **С.В. КАШИН**, канд. техн. наук, **С.И. ЛЕЩЕНКО**, **Я.Д. ЛОБ**,
С.А. МАРТЮГОВ, **Н.А. НАУМЕЦ**, **В.В. ОБЛАКЕВИЧ**, **В.М. САВИЦКИЙ**, **П.А. ТОКАРЧУК**, инженеры
(Львов. науч.-исслед. радиотехн. ин-т)

Рассмотрены принципы построения и техническая реализация радиолокационной станции нового поколения для измерения начальной скорости вылета снарядов и мин.

Розглянуто принципи побудови та технічну реалізацію радіолокаційної станції нового покоління для вимірювання початкової швидкості вильоту снарядів та мін.

The principles of design and technical realization of radar station of new generation for measurement of initial shot speed of missiles and mortar shells are considered.

Одним из перспективных направлений применения радиолокационных методов для повышения эффективности артиллерийских систем, рассмотренных в работе [1], является баллистическое обеспечение стрельбы, в частности, измерение и учет в наводке стреляющей системы истинного значения начальной скорости вылета снаряда (мины). Создано значительное количество радиолокационных средств (РЛС) для измерения начальной скорости вылета снарядов, в основу которых положен доплеровский метод [2–4]. Основными недостатками созданных баллистических РЛС являются:

- значительные объем и масса аппаратуры;
- низкая помехозащищенность, в частности, низкие скрытность и устойчивость к взаимным помехам при работе в боевых порядках;

- значительная стоимость.

Первые два недостатка обусловлены работой РЛС в сантиметровом диапазоне, а третий — высокой стоимостью аппаратно-программного построения. В совокупности указанные недостатки затрудняют комплектацию каждой боевой единицы баллистической РЛС. В то же время значительный вес точного знания истинной начальной скорости вылета снаряда для минимизации промаха по дальности диктует необходимость установки баллистических РЛС на каждой артиллерийской системе, естественно, при минимизации массогабаритных и стоимостных характеристик аппаратуры [5].

Коллективом специалистов Львовского научно-исследовательского радиотехнического института

© А.Н. ЗУБКОВ, С.В. КАШИН, С.И. ЛЕЩЕНКО, Я.Д. ЛОБ, С.А. МАРТЮГОВ, Н.А. НАУМЕЦ, В.В. ОБЛАКЕВИЧ, В.М. САВИЦКИЙ, П.А. ТОКАРЧУК, 2009



Рис. 1. Общий вид артиллерийской баллистической станции

создана и прошла лабораторно-стендовые и полевые испытания артиллерийская баллистическая станция нового поколения, в максимальной мере удовлетворяющая требованиям универсальности применения по диапазону измеряемых скоростей, диапазону калибров снарядов, размещению (автономно либо в составе стреляющей системы), энергообеспечению.

Общий вид артиллерийской баллистической станции представлен на рис. 1. Аппаратура РЛС конструктивно выполнена в виде моноблока, размещаемого на треноге при автономном применении.

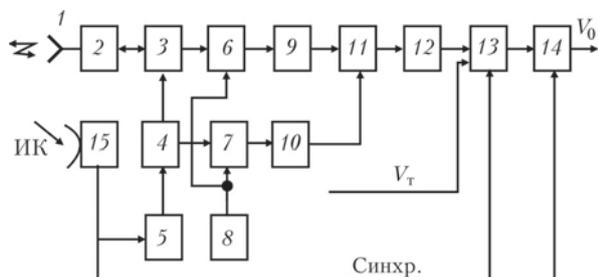


Рис. 2. Структурная схема артиллерийской баллистической РЛС: 1 — антенна; 2 — преобразователь поляризации; 3 — поляризационный селектор; 4 — направленный ответвитель; 5 — передающее устройство; 6, 7 — балансные смесители; 8 — гетеродин; 9, 10 — усилители промежуточной частоты; 11 — фазовый детектор; 12 — усилитель доплеровских частот; 13 — адаптивный цифровой измеритель; 14 — счетно-индикаторное устройство; 15 — формирователь импульса синхронизации с инфракрасным (ИК) датчиком

Основные тактико-технические характеристики РЛС

Погрешность измерения начальной скорости, не более, %	0,1
Диапазон измеряемых скоростей, м/с	50...2000
Калибр снарядов, мм	от 20 и выше
Электропитание, В	11...30
Габариты моноблока, мм	230×251×33
Масса моноблока, кг	15

В основу построения артиллерийской баллистической станции положены следующие технические решения:

1) использование миллиметрового диапазона с рабочей длиной волны в атмосферном «окне» наивысшего затухания радиоволн, что позволило:

- обеспечить энергетику радиоканала на расстояниях до 150 м при минимальных размерах антенны и приемно-передающей аппаратуры;
- совместить высокую скрытность работы РЛС и устойчивость к взаимным помехам при работе в боевых порядках;
- обеспечить высокую чувствительность к доплеровским смещениям частоты;
- повысить эффективную поверхность рассеяния малокалиберных снарядов, которая при зондировании в тыльную часть определяется выражением [2]

$$\sigma_0 = \frac{\pi^3}{4\lambda^2} D^4,$$

где λ — рабочая длина волны; D — калибр;

2) применение в приемнике-передатчике схемы «плавающего гетеродина» [6], что позволило:

- снизить сложность аппаратуры по сравнению, например, с РЛС АБС-1М [3] и, как следствие, повысить надежность;
- минимизировать влияние внешнеклиматических факторов на стабильность работы аппаратуры и точность измерений;

3) создание цифрового измерителя с адаптирующейся под калибр и скорость снаряда эффективной полосой измерения, что позволило:

- обеспечить наивысшее отношение сигнал/шум во всем диапазоне измерений скоростей и калибров снарядов;
- перейти от двухбазового метода измерений [3] к однобазовому, исключив при этом участие оператора;

- обеспечить унифицированный информационный стык РЛС с другими средствами.

Общая структурная схема артиллерийской баллистической РЛС представлена на рис. 2.

Применение поляризационной селекции позволило реализовать одноантенный вариант РЛС. В качестве генераторов передающего устройства и гетеродина применены лавинно-пролетные диоды отечественного производства. Использование схемы «плавающего гетеродина» позволило избавиться от двухкратного преобразования частоты эхо-сигналов в отличие от [3] и осуществлять узкополосную фильтрацию доплеровского сигнала в цифровом виде. Полоса пропускания усилителя доплеровских частот согласована с диапазоном изменения скоростей снарядов. Адаптивный цифровой измеритель включает управляемый фильтр нижних частот, реализующий алгоритм Хогенауэра [7], оперативное запоминающее устройство, анализатор спектра на основе алгоритма дискретного преобразования Фурье и перестраиваемый синтезатор тактовой частоты. Значение тактовой частоты определяется заданием табличной (ожидаемой) скорости снаряда V_T с индикаторной панели моноблока. Синхронизация работы передающего устройства, цифрового измерителя и счетно-индикаторного устройства осуществляется формирователем импульса синхронизации с ИК датчиком (по вспышке выстрела).



Рис. 3. Взаимное расположение гаубицы Д30 и артиллерийской баллистической станции при испытаниях

В апреле 2009 г. специалисты Львовского научно-исследовательского радиотехнического института и Львовского военного института Сухопутных войск на Яворовском полигоне Министерства обороны Украины провели исследовательские испытания созданного образца артиллерийской баллистической станции. В качестве стреляющей артиллерийской системы использовали гаубицу Д30, с которой до момента испытаний был выполнен 501 выстрел. Взаимное расположение баллистической станции и гаубицы показано на рис. 3.

Тип использованного боеприпаса — осколочно-фугасный снаряд ОФ56-1, заряд 4, табличная начальная скорость 276 м/с. Стрельбу осуществляли по привязанной цели на

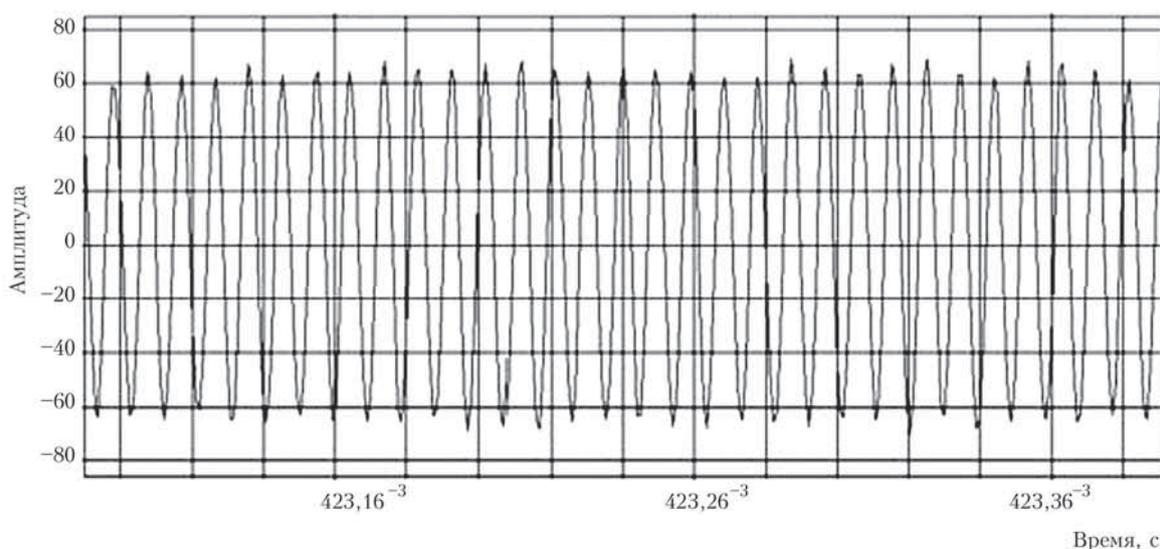


Рис. 4. Форма доплеровского сигнала на расстоянии до 81 м от среза ствола

дальность 5400 м. Координаты разрывов определяли двумя дальномерами артиллерийскими квантовыми 1Д11. В процессе испытаний на начальном участке траектории полета снаряда был зарегистрирован на флэш-карте эхо-сигнал для 31 выстрела. Типовая форма доплеровского сигнала представлена на рис. 4.

Для контрольной партии из пяти выстрелов была произведена оценка промаха по дальности при введении корректировки в прицел с учетом реального значения измеренной начальной скорости. Среднее отклонение измеренного значения начальной скорости от табличной составило 2 %. При этом промах по дальности составил 127 м. Введение поправок на истинное значение начальной скорости позволило свести промах до значения максимальной ошибки измерения квантового дальномера 1Д11 (10 м).

Таким образом, в ходе испытаний созданная отечественная артиллерийская баллистическая станция нового поколения, в аппаратуре которой реализованы новейшие достижения радиоэ-

лектронных технологий, показала высокую эффективность. По совокупности технико-экономических показателей она допускает установку на любую артиллерийскую систему либо может иметь автономное применение.



1. *Зубков А.Н.* Радиолокационные средства миллиметрового диапазона для повышения эффективности артиллерийских систем // Артиллерийское и стрелковое вооружение. — 2005. — № 4. — С. 33–40.
2. *Doppler radar antenna units* // TERMA Elektronik AS. — 1995. — 33 p.
3. *Артиллерийская баллистическая станция АБС-1М (индекс 1Б23М)* // Техническое описание БГ1.430.000ТО. — 1982. — 60 с.
4. *Зайцев Н.А., Пырьев В.И., Илюха А.А.* Новые российские радиолокационные средства определения начальной скорости снарядов // Воен. парад. — 2004. — № 5. — С. 34–35.
5. *Кривошеев А.М.* Напрямки використання балістичної інформації провідними виробниками артилерійських систем // Системи озброєння і військова механіка. — 2009. — № 1(17). — С. 49–63.
6. *Справочник по радиолокации* / Под ред. М. Скольника. — М.: Сов. радио, 1978. — Т.3. — 251 с.
7. *Hogenauer E.B.* An economical class of digital filters for decimation and interpolation // IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing. — 1981. — P. 155–162.