

Сергей КУПРИН, заместитель главного конструктора — начальник СКО ОАО «2566 ЗРРЭВ»

Sergei KUPRIN, deputy chief designer, head of special design department of the 2566th Radioelectronic Armament Repair Plant



# НЕПРЕВЗОЙДЕННАЯ «ОСА» UNSURPASSED OSA

ОАО «2566 завод по ремонту радиоэлектронного вооружения» осуществил модернизацию боевой машины 9А33БМЗ до уровня 9А33-1Б

The 2566th Radioelectronic Armament Repair Plant upgraded the 9A33BMZ combat vehicle up to the level of 9A33-1B

Основной целью военной политики нашего государства является обеспечение гарантии национальной безопасности. Решение данной задачи является «профессией» ряда предприятий оборонного сектора экономики.

Среди таких предприятий — ОАО «2566 завод по ремонту радиоэлектронного вооружения», расположенное в городе Борисове и имеющее богатую историю, тесно связанную с Вооруженными Силами страны.

Специализация завода раскрывается в его названии: ремонт радиоэлектронного вооружения.

С 1992 года по настоящее время отремонтировано более 1.200 единиц военной техники, в том числе образцы сложнейшей техники войск противовоздушной обороны: зенитные ракетные комплексы С-300ПС (ПТ), С-200 «Вега», С-125 «Нева» («Печора»), «Оса-АКМ», «Бук», зенитно-пушечные ракетные комплексы 2С6 «Тунгуска», радиолокационные станции различных типов, подвижные радиовысотомеры ПРВ-13, ПРВ-16, наземные радиолокационные запросчики, контрольно-испытательные станции, дизельные электростанции и многое другое. Большой сегмент среди них занимает ЗРК «Оса».

Ensuring national security is the main goal of our state's military policy. For a number of defence companies, it is a profession to solve this task. The 2566th Radioelectronic Armament Repair Plant is one of them. It is situated in Borisov and has a rich history closely connected with the Belarusian Armed Forces.

Specialisation of the plant is in the name itself: radioelectronic armament repair.

Since 1992 by now, the company has repaired more than 1.200 items of military equipment, including samples of very sophisticated equipment of the Air Defence Force: the S-300PS (PT), S-200 Vega, S-125 Neva (Pechora), Osa-AKM, and Buk SAM systems, 2S6 Tunguska anti-aircraft gun-missile systems, different radars, the PRV-13, PRV-16 mobile height finders, ground-based interrogators, test stations, diesel power plants, etc. The Osa SAM system occupies a big segment among them.

The Osa short-range SAM system is an autonomous self-propelled system of the Air Defence Force designed for countering aircraft, helicopters, cruise missiles, and UAVs.



Зенитный ракетный комплекс малой дальности «Оса» — всепогодное автономное самоходное средство ПВО, предназначенное для борьбы с самолетами, вертолетами, крылатыми ракетами и беспилотными летательными аппаратами.

Разработка комплекса была начата в далеком 1960 году, в 1971 году он был принят на вооружение, выпускался серийно и до сих пор состоит на вооружении армий около 20-ти государств, где снискал уважение эксплуатирующего персонала прежде всего за высокую надежность и эффективность.

Однако даже самое совершенное на период создания вооружение с течением времени нуждается в улучшении.

С одной стороны, это обусловлено развитием науки, смежных отраслей промышленности, создающих новые материалы, электронные компоненты, изменяющие конструкторские возможности. В результате появляется импульс для движения вперед, для создания нового, либо совершенствования ранее созданного, придания технике новых качеств и продлевающих ее жизненный цикл при сравнительно небольших затратах.

С другой стороны, улучшается и повышается эффективность тех видов средств нападения потенциального противника, против которых создавался данный тип вооружения.

Таким образом, с учетом ограниченности ресурсов для приобретения новейшей аналогичной техники, в вооруженных силах ряда государств возникла потребность в существенной модернизации имеющегося парка ЗРК «Оса» с целью повышения эффективности его применения, увеличения надежности и срока службы, снижения затрат на эксплуатацию, а также существенного улучшения условий и эффективности работы операторов.

Основной составной частью ЗРК «Оса» является боевая машина разных модификаций (9A33, 9A33BM2, 9A33BM3 и другие).

Специалистами ОАО «2566 ЗРПЗВ» при проведении опытно-конструкторской работы за основу была взята модификация «9A33BM3».

**Перед творческим коллективом конструкторов ставились следующие задачи:**

- улучшить тактико-технические характеристики;
- продлить срок эксплуатации машины;

The system's development started in 1960, and in 1971 it entered service and was mass produced. Even now the system is widely used in the armed forces of around 20 countries where it was appreciated due to its high reliability and efficiency.

But even the most flawless armament needs improvement with the course of time.

From the one side, it is determined by the development of science, related industries, which produce new materials, electronic components that, in their turn, change design capabilities. As a result, there is an impulse to move forward, produce something new or improve the already developed products, and add new qualities that extend a life history of the equipment with small costs.

From the other side, efficiency of attack weapons of potential enemy, against which the armament was developed, also improves.

Thus, considering limit of the resources for the purchase of new analogues, in the armed forces of a number of countries, there aroused a demand to upgrade the existing park of the Osa SAM in order to increase efficiency, reliability, and durability, decrease costs, as well as to improve work conditions and efficiency of operators.

Combat vehicle of various modifications (9A33, 9A33BM2, 9A33BM3, etc.) is the main integral part of the Osa SAM system.

Experts of the 2566th Radioelectronic Armament Repair Plant took the 9A33BM3 modification as the base during the R&D works.

**Creative team of designers had the following tasks:**



Отдельные модернизированные блоки БМ 9A33-1Б в ремонтном цехе / Upgraded units of BM 9A33-1B in the overhaul shop



Вид индикатора дальности ССЦ / Range indicator of target tracking station



Внешний вид блока СВ-РТ SV-RT unit

Вид экрана блока АСО-РТ при автосопровождении легкомоторного самолета типа DA-40 с помощью оптического канала на дальности около 11 км

Display of unit automatic tracking by optical channel during autotracking of light aircraft of DA-40 type through optical channel at a range of ground 11 km

- улучшить условия работы боевого расчета.

**В ходе модернизации боевой машины до уровня 9A33-1Б подлежат существенным доработкам и (или) частичной замене оборудования следующих систем:**

- станции обнаружения цели (СОЦ);
- станции сопровождения цели (ССЦ);
- счетно-решающего прибора (СРП);
- телевизионно-оптического визира (ТОВ).

**Учитывая опыт эксплуатации комплекса, в состав боевой машины впервые введены:**

- автоматизированное рабочее место командира (АРМ-К);
- система навигационная угломерная;
- система кондиционирования и отопления.

Всего модернизация затронула более 70 % штатного радиоэлектронного оборудования боевой машины.

Рассмотрим подробнее модернизацию отдельных систем боевой машины.

### 1. Станция обнаружения цели.

В СОЦ реализовано следующее:

- перевод на современные электронные компоненты высокочастотного тракта приемного устройства (входные устройства);
- введение в состав оборудования цифровой обработки радиолокационной информации.

Модернизированный высокочастотный тракт включает в себя блоки преобразования сигнала, синтезаторы частоты, генераторы частоты, а также твердотельные усилители СВЧ-сигнала (УСВТ), введенные вместо

- to improve tactical-technical specifications;
- to increase operational lifetime;
- to improve conditions of work of crew.

**Throughout the upgrade of the combat vehicle up to the level of 9A33-1B, the following systems have been significantly improved and (or) completely replaced:**

- target detection station;
- target tracking station;
- computer;
- television optical sight.

**Taking into account previous performance of the system, it was equipped for the first time with:**

- automated workstation for a commander;
- angular navigation system;
- conditioning and heating system.

More than 70 % of radio-electronic equipment of the combat vehicle was upgraded.

Let us take a good look at the upgrade of the particular systems of the vehicle.

### 1. Target detection station.

**The station's upgrade included:**

- shift to modern electronic parts of high-frequency path of receiving device (input equipment);
- introduction of digital processing of radar information.

The upgraded high-frequency path includes signal transform units, frequency synthesizers, frequency generators, as well as solid-state microwave signals amplifiers that were installed instead of the outdated UV-67 and UV-75G travelling wave tubes. It permitted to increase sensitivity of the receiving device due to the decrease of noise, to increase target acquisition range, reliability, as well as to simplify and reduce the process of maintenance.

Introduction of digital processing of radar information significantly changed the look of the plan position indicator. Liquid-crystal display (LCD) replaced the display based on the cathode-ray tube.

It should be mentioned that familiar buttons, toggle switchers, and switchers were removed from the front desk of the plan position indicator. The plan position indicator block is controlled by MMPU control panels with long operational lifetime.

### 2. Target tracking station

**The upgrade involved:**

- high-frequency path of receiving device;
- range channel.

Transistor microwave signals amplifiers instead of travelling wave tubes, digital signal transform units, and frequency synthesizers were applied in the high-frequency path.

The upgrade of the range channel consisted of the introduction of the equipment of digital processing of radar information and new algorithms of clutter elimination.





Внешний вид рабочих мест операторов БМ 9А33-1В  
Operators workstations of BM 9A33-1B

устаревших ламп бегущей волны УВ-67, УВ-75Г. Это позволило повысить чувствительность приемного устройства за счет снижения коэффициента шума, увеличить дальность обнаружения цели, повысить надежность, упростить и сократить процесс технического обслуживания.

Введение в состав СОЦ оборудования цифровой обработки радиолокационной информации существенно изменило внешний облик индикатора кругового обзора (ИКО), в составе которого вместо штатного устройства отображения на основе электронно-лучевой трубки появился современный ЖК-монитор.

Следует отметить, что с передней панели блока ИКО исчезли привычные тумблеры, кнопки, переключатели. Органами управления и индикации блока ИКО служат панели управления ММПУ-исполнения с большим сроком эксплуатации.

## 2. Станция сопровождения цели.

- В ССЦ модернизации подверглись:
- высокочастотный тракт приемного устройства;
  - канал дальности.

В высокочастотном тракте применены транзисторные усилители СВЧ-сигнала вместо штатных ламп бегущей волны, цифровые блоки преобразования сигнала и синтезаторов частоты.

Модернизация канала дальности ССЦ заключается в введении оборудования цифровой обработки радиолокационной информации и новых алгоритмов подавления пассивных помех.

При этом из штатного состава выводятся составные части оборудования устаревшей конструкции (блок индикатора дальности, индикатор поиска по углу места, блок череспериодной компенсации, субблоки синхронизации) с заменой на новые. Новые одноименные блоки выполняются на современной элементной базе.

В качестве средств индикации применены ЖК-мониторы, а в качестве средств управления — панели управления ММПУ-исполнения.

## 3. Счетно-решающий прибор.

Счетно-решающий прибор, по сути, является «мозгом» боевой машины 9А33БМЗ, поэтому именно модернизации этого элемента уделено, пожалуй, наибольшее внимание. В последние годы при эксплуатации штатного СРП в боевой машине возникает немало проблем, связанных с его ремонтом.

The components of the equipment of outdated construction (block of range indicator, search indicator according to the angle of elevation, units of compensation, and subunits of synchronisation) were replaced to the new ones. The new units are made on the modern element base.

LCDs are used as the indication means, and MМPU control panels are used as the control devices.

## 3. Computer.

Computer is the brain of the 9А33БМЗ that is why the modernisation of this component was the most important. In the recent years, use of in-service computer in the combat vehicle caused many problems. The reason for it is that there are a number of special components that are out of production. That is why instead of upgrade of separate elements, experts replaced it to a new unit — SV-RT special computer.

The SV-RT unit performs the same tasks and also permits to document both combat operations and technical condition of the systems.

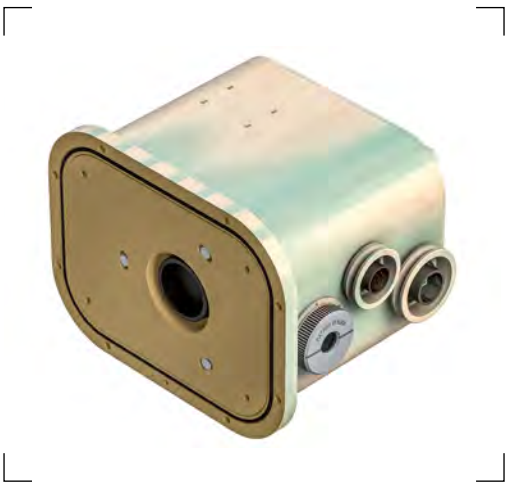
Change-over of computer to the SV-RT unit made it possible to expand operation zone of the crew inside the combat vehicle.

The main construction of the SV-RT unit includes a metallic frame, where supply source is installed, indicator panel, display and keyboard panel, as well as modules of code device, data storing, processor, tasks solving, network-based exchange, etc.

## 4. Television optical sight.

Television optical sight in the OSA SAM system performs an important function during combat operation. First of all, it permits to improve stealthiness of the combat vehicle when working with an air target of the helicopter type. Moreover, there is a possibility to track the target according to the azimuth and angle of elevation in the semi-automatic mode.

Upgrading television optical sight, it was important to introduce the mode of automatic target tracking by optical channel while keeping



Внешний вид блока ЦПОС / Digital receiver of optical signals



Внешний вид рабочего места командира боевой машины  
Workstation for a commander

Причиной этого служит наличие в его составе ряда специальных комплектов, давно снятых с производства. Именно поэтому вместо модернизации отдельных элементов штатного СРП специалисты заменили его на новый блок — спецвычислитель СВ-РТ.

Блок СВ-РТ выполняет те же основные задачи, что и штатный СРП и дополнительно позволяет производить документирование как боевой работы, так и технического состояния систем боевой машины с привязкой ко времени.

Замена СРП на блок СВ-РТ позволила расширить рабочую зону боевого расчета внутри боевой машины.

Основой конструкции блока СВ-РТ является металлический каркас, в котором установлены источник питания, панель индикации, панель монитора и клавиатуры, а также модули шифратора, хранения информации, процессора, решения задач, сетевого обмена и другие.

## 4. Телевизионно-оптический визир.

Телевизионно-оптический визир в ЗРК «Оса» выполняет важную функцию при боевой работе. Прежде всего он позволяет повысить скрытность боевой машины при работе по воздушной цели типа «вертолет». При этом имеется возможность сопровождения цели по азимуту и углу места в режиме «полуавтомат».

Основной задачей при модернизации телевизионно-оптического визира являлось введение режима автоматического сопровождения цели оптическим каналом при сохранении возможности ручного и полуавтоматического сопровождения. При этом специалисты должны были реализовать возможность перехода с полуавтоматического сопровождения на автоматическое и обратно, а также возможность перехода с автоматического сопровождения цели оптическим каналом на автосопровождение радиолокационным каналом.

Данная задача была решена путем введения в состав ТОВ оптико-электронной системы, которая, являясь высокотехнологичным программно-аппаратным комплексом, включает в себя два основных элемента: блок цифрового приемника оптических сигналов (ЦПОС) и блок автоматического сопровождения и отображения (АСО-РТ).

Блок ЦПОС конструктивно является составной частью штатной камеры КТ-101 и устанавливается вместо блока ЭБ-76-01. В состав блока

the possibility of manual and semi-automatic tracking. Also, experts had to implement the possibility of switch-over from semi-automatic tracking to automatic one and back, as well as the possibility of switch-over from automatic tracking by optical channel to automatic tracking by radar channel.

The task was solved through implementation of optical-electronic system, which, being a hi-tech software and hardware system, includes two basic elements: unit of digital receiver of optical signals and unit of automatic tracking and display.

The unit of digital receiver of optical signals is a part of in-service КТ-101 camera and it is installed instead of the EB-76-01 unit. The unit of digital receiver of optical signals includes video-camera that allows to receive input optical signal, the wavelength of which is 340-940 nm. Heat arrangement is used to automatically maintain the temperature near video-camera at the same level when the temperature outside is below zero. The heat arrangement is composed of a heating element, temperature indicator and system of control of heating element work.

The unit of automatic tracking and display is designed for display and automatic target tracking on the monitor and it is located at the operator's workstation. The unit replaces the VPU-55 unit.

## 5. Automated workstation for a commander.

The necessity of this upgrade is determined by the fact that a commander of the crew had to work standing on knees. Like this, it was difficult for him to conduct radio exchange and fill in primary documents on the combat operation.

Considering other companies' experience in the upgrade of the Osa combat vehicle, experts of the 2566th Radioelectronic Armament Repair Plant developed a completely new concept of workstation for a commander.

In the 9A33-1B combat vehicle, the workstation for a commander is a completed separate workplace. This workplace permits to evaluate radar



Внешний вид блока АСО-РТ  
Unit of automatic tracking by optical channel



ЦПОС входит цифровая видеокамера, позволяющая осуществлять прием входного оптического сигнала, длина волн которого находится в диапазоне от 340 до 940 нм. Для автоматического поддержания температуры воздуха в районе видеокамеры на заданном уровне при отрицательной температуре окружающего воздуха служит схема подогрева, состоящая из нагревательного элемента, датчика температуры и схемы управления работой нагревательного элемента.

Блок АСО-РТ предназначен для отображения и автоматического сопровождения целей на экране монитора и находится в зоне рабочего места оператора поиска по углу места. Блок устанавливается вместо блока ВПУ-55.

## 5. Автоматизированное рабочее место командира.

Необходимость введения автоматизированного рабочего места командира обусловлена тем, что, по сути, начальник боевого расчета (командир) руководил боевой работой «на коленках» в прямом смысле слова. При этом ему нужно было вести радиообмен и осуществлять заполнение первичных документов по боевой работе.

С учетом наработок других организаций в модернизации боевой машины «Оса», специалистами ОАО «2566 ЗРРЭВ» была разработана принципиально новая концепция реализации рабочего места командира.

В боевой машине 9А33-1Б рабочее место командира представляет собой конструктивно законченное, отдельное рабочее место с возможностью оценки радиолокационной обстановки (аналогично ИКО), выдачей целеуказания по азимуту для оператора поиска, оценки параметров движения других целей, находящихся в зоне действия боевой машины.

АРМ-К позволяет осуществлять:

- выдачу целеуказания по азимуту на рабочее место оператора поиска;
- оценку и анализ вторичной радиолокационной информации;
- экстраполяцию по направлению полета или положения воздушного объекта;
- селекцию скоростных целей на фоне малоскоростных;
- формирование сопровождаемой траектории с параметрами: дальность, азимут, скорость, курсовой параметр;
- отображение диагностической информации о состоянии цифрового приемника СОЦ.

## 6. Система навигационная угломерная.

Аппаратура боевой машины 9А33-1Б, в отличие от предшествующих модификаций, позволяет определять координаты точки стояния азимута истинного, угла места, высоты и выдачи текущего времени по сигналам ГЛОНАСС/GPS.

Данную функцию обеспечивает вновь введенная в состав боевой машины угломерная двухантенная система.

Система обеспечивает выдачу текущих навигационных параметров с точностью не менее:

- координат точки стояния — 5 м;
- высоты — 8 м;
- времени — 100 нс;
- скорости — 0,1 м/с.

## 7. Система кондиционирования и отопления.

С целью повышения комфорта расчета как на стоянке, так и в движении, в состав боевой машины 9А33-1Б включена система кондиционирования и отопления.



Размещение антенны угломерной двухантенной системы  
Placement of angular antenna of two antennas system

environment, set the target according to azimuth for the search operator, as well as to evaluate movements of other targets in the operational range.

The automated workstation for a commander allows to:

- set the target according to the azimuth for the search operator;
- evaluate and analyse secondary radar information;
- extrapolate in direction of flight and air target position;
- select speed targets;
- form a tracked trajectory with range, azimuth, speed, and cross range;
- display test data about the digital receiver of target detection station.

## 6. Angular navigation system.

The new equipment of the 9A33-1B combat vehicle allows to define coordinates of the stand point of azimuth, angle of elevation, height and time determination according to the GLONASS/GPS signals.

It is provided by the new goniometrical two-spaced-antennas system.

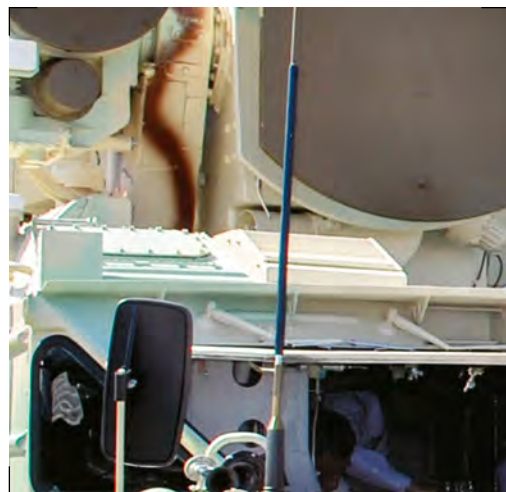
The system shows the navigation parameters with accuracy of no less than:

- coordinates of stand point — 5 m;
- altitude — 8 m;
- time — 100 ns;
- speed — 0,1 m/s.

## 7. Conditioning and heating system.

In order to make conditions for the crew more comfortable, the combat vehicle was equipped with the conditioning and heating system.

The upgrade of in-service systems of the combat vehicle and implementation of new equipment allow:



Размещение элементов системы кондиционирования и отопления в боевой машине  
Placement of elements of conditioning and heating in the combat vehicle



Опытный образец БМ 9А33-1Б демонстрировался на 7-й Международной выставке вооружения и военной техники MILEX-2014 в г. Минске

Модернизация штатных систем боевой машины и ввод принципиально нового оборудования по сравнению с прежними модификациями позволяет:

- улучшить боевые возможности и основные тактико-технические характеристики;
- улучшить ремонтпригодность;
- автоматизировать процесс документирования боевой работы;
- автоматизировать работу начальника боевого расчета;
- повысить возможности по подавлению пассивных помех;
- продлить срок эксплуатации оборудования на срок до 10 лет;
- улучшить условия работы боевого расчета.

Опытный образец боевой машины 9А33-1Б демонстрировался на 7-й Международной выставке вооружения и военной техники MILEX-2014 в городе Минске и наряду с другими изюминками выставки находился в центре внимания специалистов, заинтересованных лиц, многочисленных посетителей.

4 августа 2015 года завершены предварительные испытания опытного образца боевой машины 9А33-1Б, проводимые в рамках опытно-конструкторской работы «Дозор».

По результатам испытаний подтверждено, что опытный образец соответствует требованиям, приведенным в тактико-техническом задании. Часть испытаний проводилась в условиях полигона с использованием летательного аппарата, при этом подтвердились такие характеристики, как дальность обнаружения, дальность автоматического сопровождения радиолокационным каналом, дальность автоматического сопровождения оптическим каналом.

В настоящее время ведется подготовка к приемочным испытаниям боевой машины 9А33-1Б, этапом которых станет опытная стрельба на 174-м учебном полигоне ВВС и войск ПВО.

- to improve combat capabilities and specifications;
- to increase maintainability;
- to make the process of documentation of combat operations automatic;
- to automatise work of the commander of crew;
- to increase possibilities of clutter elimination;
- to increase operational lifetime up to 10 years;
- to improve conditions of work of crew.

The trial sample of the 9A33-1B combat vehicle was demonstrated at the 7th MILEX 2014 International Arms Exhibition in Minsk and arouse interest of experts, concerned people, and many visitors.

Preliminary tests of the trial sample of the combat vehicle were terminated on 4 August 2015. The tests were conducted within the framework of the R&D Dozor project.

According to the test's results, it was confirmed that the trial sample corresponds to the requirements in the tactical plan. Partially, the tests were conducted at the range using aerial vehicle. Such characteristics as detection range, range of automatic tracking by radio channel, and range of automatic tracking by optical channel were confirmed.

At the moment, the 9A33-1B combat vehicle is being prepared for the acceptance trials with the test firing at the 174th training range of the Air Force and Air Defence.

Translated by Anastasia Zaretskaya