

# СИСТЕМА ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ОРИЕНТИРОВАНИЯ «ТРОНА-1»

## TRONA-1 SYSTEM OF TOPOGRAPHIC ORIENTATION

**Н**а протяжении ряда лет ОАО «Ковровский электромеханический завод» («КЭМЗ») совместно с ОАО «СКБ ПА» проводили работы по созданию системы топографического ориентирования (СТО), предназначенной для замены морально устаревшей танковой навигационной аппаратуры ТНА-4. ТНА-4 в разной комплектации и до настоящего времени применяется на всех отечественных бронеемких ВС РФ и в армиях ряда зарубежных стран.

Первые опытные образцы СТО в существующей комплектации были созданы к концу 2000 г. СТО получила условное наименование «ТРОНА-1». Были проведены ее натурные испытания. В последующие годы проводилась доработка СТО по замене элементной базы на более современную, наращивания объема решаемых задач, отладка алгоритмов работы и программного обеспечения.

В СТО воплощены все лучшие технические решения существовавшие в аппаратуре ТНА-4 и современные достижения в области навигации, картографии и электроники. В основу построения СТО «ТРОНА-1» как и ее предшественницы ТНА-4 заложен одометрический принцип работы – это съем информации о пройденном пути с движителей объекта и разложение пройденного пути на составляющие координаты X и Y по инфор-

мации с гироскопического датчика направления движения объекта. Кроме того, СТО «ТРОНА-1» имеет в своем составе дополнительно спутниковый навигационный приемник, работающий по сигналам от спутниковых навигационных систем GPS и ГЛОНАСС. Полученная информация о местоположении объекта отображается на электронном картографе на фоне электронной карты. Заложены в СТО «ТРОНА-1» технические решения значительно расширили функциональные возможности системы навигации и позволили повысить ее точность.

СТО «ТРОНА-1» в существующем варианте состоит из:

- картографа (рис. 1);
- антенны спутниковой навигационной системы (рис. 2);
- гироскопизмерителя (рис. 3);
- курсоуказателя водителя (рис. 4).

Приборы СТО размещаются на штатные места навигационной аппаратуры ТНА-4.

Управление СТО, ввод и съем информации осуществляется с картографа, который имеет жидкокристаллический дисплей и обеспечивает работу с электронными картами в системе Гаусса-Крюгера и ввод их непосредственно с внешнего USB флеш-диска.

**F**or many years the Kovrov Electromechanical Plant (KEMZ) jointly with the SKB PA joint stock company have been conducting works on creating the system of topographic orientation designed for replacing the TNA-4 tank navigating equipment which is out of date now. The TNA-4 system in different kitting has been used to this day in all armoured vehicles in the armies of different countries.

First prototypes of the system of topographic orientation in existing kitting had been created by the end of 2000. The system was conditionally called the Trona-1 system. There were its natural tests conducted. The system's updating conducted in the following years was aimed at replacing its electronic componentry by more up-to-date, broadening the range of missions it can conduct, debugging its working algorithms and software.

The best technical decisions, existing in the TNA-4 system and modern navigating, electronics and cartography achievements were embodied in this system. The odometrical principle of operation laid the basis for constructional foundation of the Trona-1 and TNA-4 systems. It is the principle of receiving information of the vehicle's traversed way from its propulsion device and decomposition of the way into X and Y position coordinates in accordance to

the information received from the vehicle's movement-detecting gyroscopic sensor. Besides this the Trona system includes the auxiliary satellite navigation receiver, operating according to the signals from the GPS and GLONASS satellite navigating systems. The received information about the vehicle's location is displayed on the electronic cartographer with the electronic field as a background. The technical decisions integrated in the Trona-1 system significantly increased the functional abilities of the navigation system and enhanced its accuracy.

The Trona-1 system in the existing version consists of:

- cartographer (Pic. 1);
- satellite navigating systems' (SNS) antenna (Pic. 2);
- gyro course measuring system, (Pic. 3);
- operator's course detector, (Pic. 4).

The devices of the topographic orientation system are located in the proper locations of the TNA-4 navigating equipment.

The cartographer is used to control the system of topographic orientation, enter the information and withdraw it from the system. It has a liquid crystal display and provides working with electronic cards in the system of Gauss-Kruger and their putting in from the external USB flash memory.

The STO gyroscopic compass system has been derived from the production Mayak-2M compass system. The STO system can be air-dropped as part of the Airborne Force's vehicles.

Гироскопическая курсовая система СТО разработана на базе серийно изготавливаемой курсовой системы «Маяк-2М» и допускает возможность десантирования с объектами ВДВ.

### Функциональное назначение приборов ТНА-4

#### Курсовая система «Маяк-2»

Курсовая система «Маяк-2» предназначена для непрерывного определения изменений дирекционного угла объекта и передачи информации о их величине и знаке в счетно-решающее устройство картографа. Курсовая система «Маяк-2» обеспечивает автоматическую компенсацию дрейфа гироскопа при стоянке объекта с углами наклона объекта не более  $3^\circ$  и удержание измерительной оси гироскопа при стоянке объекта. Погрешность удержания измерительной оси при движении объекта 0–08 д.у. за час работы.

#### Координатор

Координатор предназначен для коррекции путевой информации, вводимой в счетно-решающее устройство, разложения пройденного объектом пути на составляющие коор-



Рис.2. Антенна спутниковой навигационной системы

Pic.2. Receiver's SNS antenna

динат  $\Delta X$  и  $\Delta Y$ , суммирование их с исходными координатами объекта, индикацию координат  $X$ ,  $Y$ , дирекционного угла объекта, вычисление и индикацию дирекционного угла на пункт назначения.

Рис.1. Картограф

Pic.1. Cartographer



### Курсоуказатель

Курсоуказатель предназначен для индикации дирекционного угла объекта.

### Планшет индикаторный

Планшет индикаторный предназначен для непрерывной индикации местоположения движущегося объекта на топографической карте и обеспечивает работу с картами масштаба 1:50 000 и 1: 100 000.

### Формирователь

Формирователь предназначен для преобразования импульсов снимаемых с выходов датчика электроспидометра типа МЭ-301 в импульсы прямоугольной формы.

### Функциональное назначение приборов СТО «ТРОНА-1»

#### Гирокурсоизмеритель

Гирокурсоизмеритель выполняет функции приборов курсовой системы «Маяк-2», формирователя и частично координатора аппаратуры ТНА-4 и предназначен для:

- непрерывного измерения изменений дирекционного угла объекта, преобразования углового положения измерительной оси в 19 разрядный код, выдачи информа-

ции об изменениях углового положения измерительной оси в микро-ЭВМ;

- преобразования импульсов снимаемых с выходов датчика электроспидометра типа МЭ-301Б в код и выдачи его в микро-ЭВМ;

- вычисление приращений координат, их масштабирование и суммирование с исходными координатами объекта;

Рис.3. Гирокурсоизмеритель

Рис.3. Gyro course measuring system



## Functionality of the TNA-4 devices

### Mayak-2 compass system

The Mayak-2 compass system is designed for permanent detection of changes in the vehicle's direction angle and transmitting the information about their size and sign to cartographer's computing device. The Mayak-2 compass system provides automatic

drift compensation of the gyroscope during the vehicle stop with angles of slope of no more than 3 deg. and holding of the gyroscope's measuring axis during the vehicle's stop. A root-mean-square error of the measuring axis holding during the vehicle's moving is 0-08 mils for an hour of working.

### Coordinator

The coordinator is designed for correcting path information being entered in the computing device, path's decomposition into  $\Delta X$  and  $\Delta Y$  coordinates,



their summarizing with the vehicle's initial coordinates, direction angle, X, Y coordinates' indicating, calculating and indicating of the direction angle to the destination point.

#### Course detector

The Course detector is designed for the vehicle's direction angle indicating.

#### Indicated pad

The indicated pad is designed for permanent indication of the moving vehicle's location on the topographic map and provide processing maps with their natural scale 1 : 50,000 and 1 : 100,000.

#### Shaper

The shaper is designed for converting impulses from outputs of the sensor of the MAe-301 type electrical speedometer into rectangular impulses.

### Functionality of Trona-1 STO devices Gyro course measuring system

The gyro course measuring system functions as the Mayak-2 compass system devices, the shaper and partly as the TNA-4 equipment coordinator and is designed for:

- permanent measuring the vehicle's direction angle changes, converting the measuring axis's angular position into the 19-order code, giving information about changes in the measuring axis's angular position to the micro-computer;
- converting impulses from the ME-301B electrical speedometer sensor's outputs into the code and directing it to the micro-computer;
- calculating the coordinates' increments, their scaling and summarizing with the initial vehicle's coordinates;
- exchange with the cartographer and course detector and through the RS-232C consistent interface;

The gyro course measuring system provides automatic gyroscope's drift compensation during the vehicle's stop with its angles of slope of no more than  $3^{\circ}$  and holding the gyroscope's measuring axis during the vehicle's stop. The root-mean-square error of holding the measuring axis when the vehicle is on the move is 0-07 mils per hour of working.

#### Cartographer

The cartographer functions as the coordinator, target and indicated pad coordinator of the TNA-4 equipment and also executes some additional functions absent in the TNA-4 and is designed for displaying navigating information, controlling the STO modes of operation and provides:

- entering initial and temporary navigating data;
- determination of the vehicle's position in the SNS mode (absent in the TNA-4);
- calculating of the range and azimuth to the destination point;
- displaying in digital form the vehicle's temporary coordinates and direction angle, target's coordinates, and also the direction angle to the destination point and distance to it;
- determination of the way compensation factor and sighting correction during the adjustment within the measuring area (absent in the TNA-4);
- displaying the current location of the vehicle on the electronic field with the directions to the destination point and target (absent in the TNA-4 system);
- displaying the location of targets and the destination point on the electronic field (absent in the TNA-4);
- converting geodesic coordinates into the Gauss-Kruger system and vice versa (absent in the TNA-4);
- saving during the power down the current navigation parameters and all corrections which are needed for calculating navigation parameters with the specified accuracy;
- scaling the electronic field's image;
- exchange with the GCMS (gyro course measuring system) and through the RS-232C consistent interface.

- обмен с картографом и курсоуказателем и по последовательному интерфейсу RS-232C.

Гирокурсоизмеритель обеспечивает автоматическую компенсацию дрейфа гироскопа при стоянке объекта с углами наклона объекта не более  $3^{\circ}$  и удержание измерительной оси гироскопа при стоянке объекта. Погрешность удержания измерительной оси при движении объекта 0-07 д.у. за час работы.

#### Картограф

Картограф выполняет функции координатора, координатора цели и планшета - индикаторного аппаратуры ТНА-4, а также ряд дополнительных функций отсутствующих в ТНА-4 и предназначен для отображения навигационной информации, управления режимами работы СТО и обеспечивает:

- ввод исходных и промежуточных навигационных данных;
- определение координат объекта в режиме СНС (в ТНА-4 отсутствует);



- вычисление дальности и курсового угла на пункт назначения (ПН);
- вычисления координат целей (ориентиров) по дальности и углу;
- отображение в цифровом виде текущих координат и дирекционного угла объекта, координат цели, а также дирекционного угла на пункт назначения и дальности до него;
- определение коэффициента коррекции пути и поправки визирного устройства при юстировке на мерном участке (в ТНА-4 отсутствует);
- отображение на электронной карте текущего местоположения объекта с направлениями на ПН и на цель (в ТНА-4 отсутствует);
- отображение на электронной карте местоположения целей и ПН (в ТНА-4 отсутствует);
- перевод геодезической системы координат в систему Гаусса-Крюгера и обратно (в ТНА-4 отсутствует);

**СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТО «ТРОНА-1» И ТНА-4 С ФОРМИРОВАТЕЛЕМ**

Основные технические характеристики	СТО	ТНА-4
<b>1. Состав:</b>	Гирокурсоизмеритель. Картограф. Курсоуказатель водителя. Антенна СНС.	Курсовая система «Маяк-2», включающая в себя - гирокурсоуказатель; - пульт управления; - преобразователь тока ПТ-200Ц-V. Координатор. Планшет индикаторный Формирователь. Курсоуказатель водителя Хордоугломер. Циркуль-измеритель.
<b>2. Погрешность (СКО) определения координат в автономном режиме:</b>		
- гусеничных объектов	0,7 % от пройденного пути	0,7 % от пройденного пути
- колесных объектов	0,9 % от пройденного пути	0,9 % от пройденного пути
<b>3. Погрешность (СКО) определения координат в режиме спутниковой навигационной системы (СНС)</b>	10 м (не зависит от пройденного пути)	СНС отсутствует. 2000 м при средней скорости движения 35–40км/ч и времени движения 7ч
<b>4. Погрешность (СКО) определения координат в режиме отсутствия СНС</b>	0,4 % от пройденного пути	Интегрированный режим отсутствует. 0,7 % от пройденного пути
<b>5. Погрешность удержания текущего дирекционного угла в движении</b>	0,4 град/ час	0,5 град/ час
<b>6. Время готовности к работе</b>	13 минут	13 минут
<b>7. Допустимое рабочее напряжение бортсети</b>	От 22 до 29 В	От 22 до 29 В
<b>8. Потребляемая мощность</b>	Не более 300 Вт	Не более 550 Вт
<b>9. Время непрерывной работы без переориентирования</b>	7 часов	7 часов
<b>10. Диапазон рабочих температур</b>	От –50 °С до +50 °С	От –50 °С до +50 °С
<b>11. Масса</b>	24 кг	51,3 кг
<b>12. Функциональные возможности</b>	<p>Определение координат и дирекционного угла объекта.</p> <p>Отображение местоположения объекта на электронной карте местности.</p> <p>Автоматическое определение дирекционного угла на пункт назначения.</p> <p>Автоматическое определение курсового угла на пункт назначения.</p> <p>Автоматическое определение дальности до пункта назначения.</p> <p>Автоматическое отображение пунктов назначения, контрольных точек и целей на электронной карте после их введения в СТО.</p> <p>Автоматический ввод большого количества электронных карт с внешнего USB порта.</p>	<p>Определение координат и дирекционного угла объекта.</p> <p>Отображение местоположения объекта на бумажной карте местности.</p> <p>Автоматическое определение дирекционного угла на пункт назначения</p> <p>Отсутствует</p> <p>Возможно при введении дополнительного прибора</p> <p>Возможно ручное нанесение контрольных точек и целей на бумажную карту.</p> <p>В индикаторный планшет возможна закладка склейки не более 8 листов карты формата А4 (1/8 полного листа карты).</p>
	Обеспечивается работа с электронной картой при движении объекта.	Возможна работа с картой только при остановке объекта.
	Запись маршрута движения.	Отсутствует
	Обеспечивается автоматический расчет исходного дирекционного угла объекта по известным координатам контрольных точек или углу на ориентир.	Отсутствует
	Автоматическая юстировка путевого датчика и визирного устройства.	Отсутствует
	Автоматическое преобразование координат из системы Гаусса Крюгера в геодезическую систему и наоборот.	Отсутствует
	Автоматическое определение координат неизвестной точки по дальности и углу на точку.	Отсутствует
	Определение зон прямой видимости.	Обеспечивается возможность работы в автономном режиме.
	Обеспечивается возможность работы в режимах:	
	- автономном;	
	- спутниковом;	
	- интегрированном.	
	Выполнение функций командного радиоуправления.	Отсутствует

**THE COMPARISON CHARACTERISTICS OF THE TRONA-1 STO AND THE TNA-4'S COMPOSITION**

Key specifications	STO	TNA-4
<b>1. Composition:</b>	Gyro course measuring system. Cartographer. Operator's course detector. SNS antenna.	Mayak-2 compass system, including: - gyro course detector; - operating console; - PT-200Ts-V commutator. Coordinator. Indicated pad. Shaper. Operator's course detector. Milrule. Divider.
<b>2. Root-mean-square error (RMSE) of autonomous mode localizing:</b>		
- tracked vehicles	0.7 % from the way passed	0.7 % from the way passed
- wheeled vehicles	0.9 % from the way passed	0.9 % from the way passed
<b>3. Root-mean-square error (RMSE) of the SNS mode localizing</b>	10 m (does not depend on the way covered)	SNS is absent. 2000 m with an average speed of 35–40 km/h and traveling time of 7h
<b>4. Root-mean-square error (RMSE) of the integrated mode localizing</b>	0.4 % from the way passed	Integrated mode is absent. 0.7 % from the way passed
<b>5. Root-mean-square error (RMSE) of holding current direction on the move</b>	0.4 deg/h	0.5 deg/h
<b>6. Available machining time</b>	13 min	13 min
<b>7. Permissible tension of the board circuit</b>	From 22 to 29 V	From 22 to 29 V
<b>8. Power consumption</b>	No more than 300 W	No more than 550 W
<b>9. Time of permanent operating without redirection</b>	7 hours	7 hours
<b>10. Диапазон рабочих температур</b>	From –50 °C to +50 °C	From –50 °C to +50 °C
<b>11. Weight</b>	24 kg	51,3 kg
<b>12. Functional capabilities</b>	Determination of the vehicle's coordinates and direction angle. Displaying of the vehicle's location on the electronic field. Automatic determination of the direction angle to the destination point. Automatic determination of the azimuth to the destination point. Automatic determination of the distance to the destination point. Automatic displaying of destination points, checkpoints and targets on the electronic field after putting them in in the STO Automatic putting in a large number of electronic cards from the external USB port.  Providing operations with electronic cards with the vehicle being on the move. Rout recording. Providing automatic calculation of the vehicle's basic direction angle according to the known coordinates of checkpoints or reference point angle. Automatic adjustment of the path-control transducer and sighting. Automatic coordinates' converting from the Gauss-Kruger system to the land-surveying system and vice versa.  Automatic determination of coordinates of the unknown point according to the distance and point angle. Determination of the line-of-sight. Three modes capability: - autonomous; - satellite; - integrated. Supporting function of command radio-control.	Determination of the vehicle's coordinates and direction angle. Displaying of the vehicle's location on the paper map. Automatic determination of the direction angle to the destination point.  Absent Available with using of an auxiliary device  Automatic checkpoints' and targets' manual marking on the paper map is available. The indicated pad can accommodate map splices (no more than 8 pieces of the map in the A4 format (1/8 of the final map)).  Map processing is available only after the vehicle's stop. Absent  Absent Absent Absent  Absent Absent Absent Absent Absent



- сохранение при выключении питания текущих навигационных параметров и всех поправок, необходимых для вычисления навигационных параметров с заданной точностью;
- масштабирование изображения электронной карты;
- обмен с ГКИ и по последовательному интерфейсу RS-232C.

### Курсоуказатель

Функции курсоуказателя СТО ТРОНА-1 расширены и он предназначен для информирования водителя о направлении движения объекта относительно Севера, о направлении движения на пункт назначения, а также о дальности до пункта назначения.

Курсоуказатель обеспечивает:

- непрерывную индикацию текущего дирекционного угла объекта в графическом виде;
- непрерывную индикацию текущего дирекционного угла на пункт назначения в графическом виде (в ТНА-4 отсутствует);
- непрерывную индикацию текущего курсового угла в графическом и цифровом виде (в ТНА-4 отсутствует);
- непрерывную индикацию текущей дальности объекта до пункта назначения (в ТНА-4 отсутствует);

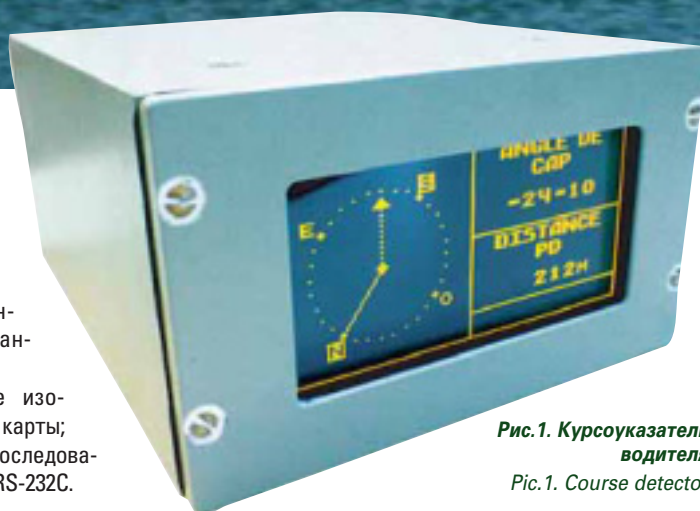


Рис.1. Курсоуказатель водителя

Рис.1. Course detector

- непрерывную индикацию режимов «Автоподстройка» и «Наклон» (в ТНА-4 отсутствует).

### Антенна СНС

Антенна СНС предназначена для приема сигналов от навигационных космических аппаратов (НКА) и их предварительное усиление (в ТНА-4 отсутствует).

СТО «ТРОНА-1» прошла с положительным результатом испытания в составе изделия Т-90СК, а также испытания в составе изделий БМП-3К, БМД-3 и БРЭМ-Л.

В настоящее время основными потенциальными потребителями СТО «ТРОНА-1» являются БМП, БТР, БМД, БТР-Д и другие объекты ВДВ.

С 2006 г. на ОАО «КЭМЗ» начато серийное производство СТО «Трона-1» для поставок Инозаказчику.

### Course detector

The Trona-1 STO course detector's functions are broadened and it is designed for informing the operator of the vehicle's direction relative to the north, direction to the destination point, and also of the distance to the destination point.

The course detector provides:

- permanent indicating of the current vehicle's direction angle in graph form;
- permanent indicating of the current direction angle to the destination point in graph form (absent in the TNA-4);
- permanent indicating of the current azimuth in graph form and digitally (absent in the TNA-4);
- permanent indicating of the current distance of the vehicle from the destination point (absent in the TNA-4);
- permanent indicating of the Self-tuning and Slope modes (absent in the TNA-4).

### SNS antenna

The SNS antenna is designed for receiving signals from navigating space vehicles and their preliminary amplification (absent in the TNA-4).

The Trona STO successfully passed testing being mounted the T-90SK and BMP-3K, BMD-3, BREM-L.

Today the main potential users of the Trona STO are IFVs, APCs, AFVs, APC-Ds and other airborne combat vehicles.

In 2006, the Kovrov Electromechanical Plant launched full-rate production of the Trona STO for foreign customers.

# "TRONA-1" TOPOGRAPHIC ORIENTATION SYSTEM

## Purpose

Establishment of the current position of a vehicle on the land surface and display of the navigational information on an electronic map.

## Basic specifications

1. Error of position establishment (standard deviation):
  - in independent mode - 0.7% of the distance covered over 7 hours of travel
  - in satellite navigation mode - 10 meters
2. Error of keeping the current direction angle of a vehicle - 0.3-0.4 deg/hour
3. Power input - not above 300 W
4. Mass - 24 kg

## Salient features

1. Modern circuitry and microprocessors
2. High accuracy and reliability of the navigational information due to the use of an integrated receiver of the GLONASS/NAVSTAR satellite navigation system
3. Display on an electronic map of the current position of a vehicle and its direction angle, relative bearing to destination
4. Display on an electronic map of coordinates of a target under fire
5. Serving as a monitor for any source of video information (video camera, television)
6. All instruments of the topographic orienting system fit old mounting seats of the TNA-4 equipment

**Optimum price-quality ratio**



Designer:  
JSC "SDB IA"  




joint stock company **"KOVROV ELECTROMECHANICAL PLANT"**  
55 Krupskoy str. Kovrov, Vladimir region, 601903, Russia  
Tel.: (+7 49232) 9-34-56, 9-31-25 fax: 3-00-77 kemz@kc.ru www.kemz.org

# LOT-PRODUCED EQUIPMENT FOR ANTITERRORIST OPERATIONS

MOBILE ROBOT "VARAN" (Light class)



"VYPAD-PO" & "VYPAD-DPM"  
Sets of appliances for remote operation with explosion-hazardous items.

- ✓ up-to-date production facilities
- ✓ international quality certificate
- ✓ stable lot production

MOBILE ROBOT "VEZDEKHOD - TM5" (Superlight class)



MOBILE ROBOT "VEZDEKHOD - TM3" (Superlight class)



Designer:

BAUMAN TECHNICAL UNIVERSITY



JSC "SDB IA"



FEDERAL SECURITY SERVICE OF RUSSIA