

НЯКОИ ТЕНДЕНЦИИ В КОМБИНИРАНЕТО НА НАВИГАЦИОННИ СИСТЕМИ ЗА ОСИГУРЯВАНЕ НА НАСОЧВАНЕТО НА ПРОТИВОКОРАБНИ РАКЕТИ

Желязко Николов, Станислава Стефанова

ANTISHIP CRUISE MISSILES NAVIGATION GUIDANCE SYSTEMS TECHNOLOGY TRENDS

Zhelyazko Nikolov, Stanislava Stefanova

***Abstract:** Currently, antiship cruise missiles guidance systems must satisfy a wide variety of requirements. Some of the most important are the universal target engagement capability that ensures the effective employment of the missiles against surface ships (no matter in the open sea, near the coast or at berths) and ground targets; attack against selected targets from different directions with the most rational angle of approach; precise in-flight alignment; anti-jamming capabilities and missile retargeting. The adaptation of the missiles guidance systems capabilities to the current situation is provided by means of the satellite navigation and the terrain referenced navigation, enhanced inertial systems and a flexible software.*

***Keywords:** missiles, guidance system, satellite navigation.*

1. Въведение.

В настоящия доклад са разгледани някои тенденции в комбинирането на навигационни системи за осигуряване на насочването на съвременни противокорабни ракети. Акцентирано е върху хибридни системи, които работят на базата на „тясно обвързване” на инерциалната навигация и приемник на глобална спътникова радионавигационна система, използвани за осигуряването на етапа на управление на полета.

През последните години все по-често се наблюдават примери за трансформиране на противокорабни ракети в ракети, които имат възможност и за атака на неподвижни цели разположени на и близо до брега [14, 18]. Основната причина за тази еволюция е свързана с водещата роля на Военноморските сили, в световен мащаб, при контрола на крайбрежни райони. Това активно ангажиране на военни плавателни съдове в мисии в близост до брега намери отражение в по-високите изисквания към техните способности. Необходимостта от адаптиране наложи осигуряването на по-висока прецизност на бойните кораби при стрелба по неподвижни цели на дистанции от няколко десетки километри, което от своя страна доведе до наблюдавания тласък в развитието на системите за насочване на ракетното оръжие.

Пътят на развитието на системите за насочване на противокорабните ракети преминава през редица етапи. Общото между тях е използването на инерциалната навигация като ключов способ за определяне на местоположението на ракета изстреляна в пространството [2, 11]. Но проблемът за нарастващата необходимост от увеличаване на точността, а в същото време и на далекобойността на тези оръжия не може да бъде решен при самостоятелното използване дори на съвременна инерциална навигационна система. Комбинирането ѝ с други системи, които могат да осигурят отстраняването на натрупаната грешка, с точност от порядъка на единици метри вероятна кръгова грешка, при насочването и ефективното използване на бойния заряд е задача чието решение очертава съвременните тенденции в развитието на системите за насочване на противокорабните ракети.

2. Тенденции в комбинирането на навигационни системи за осигуряване на насочването на противокорабни ракети.

Изискванията за все по-висока точност на ракетното оръжие и достигане на точката на целта независимо от метеорологичните условия и времето от денонощието наложи необходимостта от комбинирано използване на инерциална система, спътникова радионавигация, радар, инфрачервени сензори, както и предварителното въвеждане на данни за топлинния образ на обекта и особеностите на района до него, в паметта на бордовия навигационен компютър.

Инерциалните навигационни системи не се отличават с висока точност на определяне на местоположението на ракета. Причина за това е грешката допусната от чувствителните елементи и грешката в модела на гравитационното поле. Чувствителните елементи на

навигационните системи при които се използва инерциално насочване са инерциални измерители монтирани на жироустойчива платформа. Тази платформа, използвайки свойствата на жирокопа да запазва неизменна ориентацията на оста си в пространството, осигурява строго определено положение на осите на акселерометрите. Измерените от тях ускорения се интегрират и по този начин се получава информация за промяната в местоположението на ракетата относно изходната точка. Информация за ъгловото положение на ракетата – ъгли на крена, тангажа и рискаене по курс се получават от жирокопични измерители [1]. Така неточността при определяне на местоположението спрямо изходната точка, става все по-голяма във функция от времето [8]. Използването на допълнителна система, която работи с данни от външен източник е начинът за корекция на тази грешка. Най-често използвани, за осигуряване на насочването по време на етапа на управление на полета при съвременните противокорабни ракети, в комбинация с инерциалната система, са приемник на глобална спътникова радионавигационна система и TERCOM (Terrain Contour Matching) [6]. Данни от орбитални предаватели се използват и при етапа на управление на бойния заряд, за достигане на точката на целта [12], но в този случай радиолокационните и усъвършенствените топлинни глави за насочване все още преобладават.

Таблица 1

№	Означение на противокорабната ракета	Година на първо производство	Държава производител	Система за насочване при етапа на управление на полета
1.	RBS15 Mk3	2004	Швеция	Инерциална, GPS
2.	YJ-62	2005	Китай	Инерциална, GLONASS/Compass
3.	C-602	2005	Китай	Инерциална, GPS
4.	NSM	2007	Норвегия	Инерциална, GPS, TERCOM
5.	Exocet MM-40 Block III	2010	Франция	Инерциална, GPS
6.	ЗМ14ТЕ	2011	Русия	Инерциална, GLONASS
7.	SOM	очаква се 2012	Турция	Инерциална, GPS, TERCOM

Забележка: информацията в таблица 1 е по данни от [13, 16, 17, 18].

При система TERCOM информацията за местоположението се получава чрез непрекъснато сравняване на предварително въведени данни за релефа на месността в паметта на бордовия навигационен компютър с получените от радиоалтиметър по време на полета. Тази технология намира приложение при противокорабни ракети, които се използват за поразяване на цели разположени на и близо до брега, като с нейна помощ се осигурява атака от малко очаквани за обекта направления [18]. Основната слабост на системите за насочване при които се използва TERCOM в комбинация с инерциална навигация е, че над морската повърхност са неефективни [15]. Този недостатък се преодолява чрез използването на глобална спътникова радионавигационна система, обвързана с инерциалната система, или чрез комбинирането ѝ с TERCOM и инерциална навигация. Това се потвърждава от данните в таблица 1 за използваната система за насочване при противокорабните ракети NSM (Naval Strike Missile) и SOM (Stand-off Munition).

При всички посочени в таблица 1 образци противокорабни ракети се използва комбинация между инерциална система и приемник на глобална спътникова радионавигационна система – американската NAVSTAR (NAVigation System using Timing And

Ranging), популярна като GPS (Global Positioning System), руската GLONASS (GLObal NAvigation Satellite System) и китайската Compass, известна и като Beidou-2. Тази тенденция се дължи на факта, че чрез интегрирането се осигурява възможно най-висока точност на насочването.

Определянето на местоположението на ракета с помощта на инерциална система притежава две основни предимства в сравнение със спътниковата радионавигация. Първото е, че тя е автономна – не получава данни от външен източник и следователно не може да бъде обект на преднамерено въздействие [5, 8, 9]. Второто предимство е, че навигационните данни са с по-висока честота на опресняване [2, 8]. Основният недостатък на инерциалната система е, както вече беше отбелязано, че допуска сравнително голяма грешка, ако работи самостоятелно за сравнително продължителен период от време [8]. Интегрирането на двете системи позволява те да се допълват взаимно. Приемникът осигурява навигационни данни, които периодично се използват за отстраняване на натрупаната от инерциалната система грешка. Инерциалната система от своя страна, осигурява управлението на полета на ракетата, когато приемникът в резултат на преднамерени или непреднамерени въздействия не е в състояние да изработи данни за местоположението [8]. Използването на филтър на Калман и „тясното обвързване” на двете системи осигурява точност на навигационните данни, за NAVSTAR, дори при наличие на сигнал от един до три спътника [2]. Това се постига чрез измерването на псевдоразстояния и делтапсевдоразстояния, като чрез калибриране на грешката на приемното устройство се осигурява точност от 3 m CEP (Circular Error Probable – вероятна кръгова грешка) [8, 12].

Някои от предимствата на противокорабните ракети, осигурени в резултат на комбинираното използване на инерциална система и приемник на глобална спътникова радионавигационна система са:

- висока точност [7, 8];
- възможност за програмиране на траекторията на полета, чрез въвеждане на пътни точки, което осигурява възможност за атака от малко очаквани за целта направления – посока различна от тази към платформата за изстрелване [18];
- повишена ефективност на бойната глава чрез възможност за избор на ъгъл на среща с целта [12];
- устойчивост на системата за насочване на преднамерени смущения. Това се осигурява чрез интегрирането на инерциалната система и приемника на използваната глобална спътникова радионавигационна система, което позволява запазването на сравнително високата точност на насочването, дори при загуба на сигнал от орбиталните предаватели за сравнително кратък период от време [4]. Освен това, устойчивостта се постига чрез внедряване на нови технологии при използваните приемници - адаптивна диаграма на насоченост на антената, подтискане на сигнали с определена поляризация, амплитудно-фазово елиминиране и други [4, 10];
- независимост от метеорологичните условия [3, 12].

Основният недостатък на системата за насочване на разглежданите образци противокорабни ракети е уязвимостта им от смущения, когато те се намират в зоната на действие на предавател или предаватели на преднамерени смущения за сравнително продължителен период от време. Въпреки че, глобалните спътникови радионавигационни системи използват широколентови сигнали, които както добре е известно притежават сравнително висока шумоустойчивост, при определена стойност на отношението сигнал към смущение техниките за защита от въздействия са неефективни. В този случай бордовият навигационен компютър използва данни за местоположението единствено от инерциалната система [9], което след определен интервал от време ще доведе до понижаване на точността.

3. Изводи.

Водещата тенденция в комбинирането на навигационни системи за осигуряване на насочването на противокорабните ракети е свързана с интегрирането на инерциална система и приемник на глобална спътникова радионавигационна система. Постигната по този начин сравнително висока прецизност при доставянето на бойния заряд на сравнително големи дистанции може да бъде понижена при организирането на електронно противодействие срещу

ракетното оръжие. Ефектното въздействие може да бъде факт при преминаването на ракетата през зоната на действие на предавател на преднамерени смущения, който работи на честотите на използваните за осигуряване на насочването орбитални предаватели. Един от начините за преодоляването на този основен недостатък на системите за насочване от разглеждания тип е комбинирането им с TERCOM технологията. Но както вече беше отбелязано при движение над морската повърхност това е неефективно. В този случай решението на проблема може да се търси в допълнителни схеми за неутрализиране на смущенията, което не променя факта, че при определена стойност на мощността на предавателя на преднамерени смущения, ефектното електронно противодействие ще бъде осигурено, а това ще доведе до понижаване на точността на системата за насочване или невъзможност за достигане на точката на целта.

Направеният обзор показва, че тенденциите за развитие на системите за насочване на противокорабните ракети са свързани с комбинираното използване на инерциална навигационна система и сравнително устойчиви на преднамерени смущения, високоточни, активни и пасивни средства.

Използвана литература:

1. Давидов К., Теория и устройство на ракетното въоръжение. Стено, Варна, 2009. ISBN 978-954-449-453-7.
2. Bezick, S., A. Pue, C. Patzelt. Inertial Navigation for Guided Missiles Systems. JOHNS HOPKINS APL TECHNICAL DIGEST, VOLUME 28, NUMBER 4 (2010).
3. Bhavany, G., P. Gouthami. Adaptive Missile Guidance Using GPS. Tirupati, Sree Vidyanikethan Engineering College, 2000.
4. Corrigan, T. J. Hartranft, L. Levy. GPS Risk Assessment Study. Laurel, The John Hopkins University, 1999.
5. Grewal, M., L. Weill, A. Andrews. Global Positioning Systems, Inertial Navigation and Integration. New York, John Wiley and Sons, Inc. Publication, 2001. ISBN 0-471-35032-X.
6. Mahnken, T. The Cruise Missile Challenge. Washington, Center for Strategic and Budgetary Assessments, March 2005.
7. Ornedo, R., K. Farnsworth. GPS and Radar Aided Inertial Navigation System for Missile System Applications. Waltham, Raytheon Systems Company, 1998.
8. Schmidt, G. INS/GPS Technology Trends. Cambridge, The Charles Stark Draper Laboratory, 2002.
9. Siouris, G. Missile Guidance and Control System. New York, Springer, 2004. ISBN 0-387-00726-1.
10. Volpe, J. Vulnerability Assessment of the Transportation Infrastructure Relying on the Global Positioning System. US Department of Transportation, 2001.
11. Yanushevsky, R. Modern Missile Guidance. Boca Raton, Taylor and Francis Group, 2008. ISBN 1-4200-6226-3.
12. [http://ftp.rta.nato.int/public//PubFullText/RTO/EN/RTO-EN-018//EN-018-\\$\\$ALL.pdf](http://ftp.rta.nato.int/public//PubFullText/RTO/EN/RTO-EN-018//EN-018-$$ALL.pdf) 20.07.2011.
13. <http://rbase.new-factoria.ru/catalog/type/protivokorabelnye/> 01.09.2011.
14. http://www.asd-network.com/editorials/data/ta_102007.pdf 01.09.2011.
15. <http://www.ausairpower.net/DT-CM-Guidance-June-2009.pdf> 14.09.2011.
16. <http://www.dtig.org/docs/Klub-Family.pdf> 01.09.2011.
17. <http://www.dtig.org/docs/Russian-Soviet%20Naval%20Missiles.pdf> 01.09.2011.
18. <http://www.marshall.org/pdf/materials/522.pdf> 14.09.2011.

За контакти:

гл. ас. д-р Желязко Кирилов Николов
ВВМУ „Н. Й. Вапцаров”
тел.: 052 55 22 77
e-mail: zhelyazko_nikolov@abv.bg