

ТОЧНОСТ НА НАВИГАЦИОННИТЕ ОПРЕДЕЛЯНИЯ НА МЯСТОТО НА КОРАБА

Август Панов

Висше военноморско училище „Никола Йонков Вапцаров“ - Варна

***Резюме:** Осигуряването на безопасността на корабоплаването и съответно необходимата точност на навигацията надхвърля интересите на отделните корабособственици, предвид международния характер на последиците от навигационните произшествия. Точността на определяне на мястото на кораба е важна и при други обстоятелства, свързани с безопасността на човешкия живот в морето. Колкото по-точно са известни и предадени координатите на бедстващ кораб, независимо от вида на произшествието, толкова по-бързо той ще бъде открит при търсенето му от кораби и самолети. Колкото по-точно са известни координатите на кораба, участващ в спасителни операции, толкова по-бързо той ще влезе в зоната за търсене. Именно връзката между точността и безопасността е причина за необходимостта от разработване на формални изисквания за точността на навигацията.*

***Ключови думи:** безопасност, място на кораба, точност.*

ACCURACY OF THE SHIP'S POSITION

Av gust Panov

Naval Academy "N. Vaptsarov" – Varna, Bulgaria

***Abstract:** Ensuring the safety of navigation and, accordingly, the necessary accuracy of navigation goes beyond the interests of individual ship owners, given the international nature of the consequences of navigation accidents. The accuracy of the ship's position is of great importance in all circumstances related to the safety of human life at sea. The more accurately determined are the coordinates of a ship in distress, regardless of the type of accident, the faster will be Search and Rescue operation when searching for ships and aircraft. The more precisely the coordinates of the ship involved in Search and Rescue operations are known, the faster she will enter the search area. The link between accuracy and safety necessitate development of the formal requirements for the accuracy of navigation.*

***Keywords:** safety, ship's position, accuracy*

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Осигуряването на безопасността на корабоплаването и съответно необходимата точност на навигацията надхвърля интересите на отделните корабособственици, предвид международния характер на последиците от навигационните произшествия.

Международната конвенция за вахтената служба и нормите за подготовка и освидетелстване на моряците (STCW) от 1978 г. (заедно с последващите изменения) [1] и Международният кодекс за управление на безопасната експлоатация на кораби и предотвратяване на замърсяването (ISM Code) [2],[3] въвеждат стандартизирани изисквания относно подготовката на всяко плаване, като освен подбора на карти, навигационни пособия и предварителна прокладка обръщат внимание на **точността на навигационните определяния на мястото на кораба (ОМК)**.

Конвенцията STCW, в своите минимални изисквания към капитаните и старши помощник-капитаните на кораби над 500 бруто регистър тона (БРТ), освен познаването и прилагането на всички възможни способи за ОМК, изисква от тях умение да анализират точността на полученото ОМК [4].

Избраният път на кораба трябва да бъде оптимален, безопасен и ефективен. И ако в открито море корабоводителят има широка свобода в избора на оптимален път, то в крайбрежните участъци, при преминаването на проливи и канали, при подхождане към пристанищата и в самите пристанища тази свобода е силно ограничена от зоните за разделно движение, означените и регулирани фарватери и приливно-отливните явления. Колкото „по-стеснен“ в навигационно отношение е пътят на кораба, толкова по-внимателно и точно трябва да се контролира неговото местоположение.

2. МЕТОДИ ЗА НАВИГАЦИОННИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Резолюция А.915(22) [5] на Международната морска организация (ИМО) [6] дава следната дефиниция за навигация: „*Процес на планиране, записване и контролиране на движението на плавателно средство от едно място до друго*“. Препоръчително е, доколкото е практически възможно, да се избягва ползването само на един метод за ОМК по време на навигация. Методите за ОМК са, както следва:

- **Наземен метод** – определяне на мястото на кораба с помощта на визуални и радарни измервания и (ако е необходимо) следене на дълбочините, използвайки наземни ориентири, обекти и специализирани створни системи за ОМК.
- **Астро-навигационен метод** – ОМК след наблюдения на небесни тела (Слънце, Луна, планети и звезди).
- **Изчислителен метод (Плаване по счисление)** – ОМК на основата на измерени проплавано разстояние и изминало време от известна позиция. Мястото, определено по този метод се приема за вероятно (*estimated position*).
- **Радио-навигационен метод** – ОМК с използване на радиосигнал за определяне на мястото (GNSS, DGNS и др.)

3. СТАНДАРТИ ЗА ТОЧНОСТ

На 17 ноември 1983 г. ИМО приема в *Резолюция А.529(13) „Стандарти за точност на корабоводенето“* [7], която по същество е ръководство за Администрациите по отношение на стандартите за точност, които те трябва да прилагат при оценката на различните системи за ОМК. Съгласно нея:

- Информацията за мястото на кораба е необходимо да бъде налична във всеки един момент. За целта са необходими точни наблюдения, а ако такива не могат

да се правят постоянно, то е наложително прилагането на метод за оценка на мястото кораба между обсервациите.

- Изискванията за точност са в пряка зависимост от различни фактори, включващи скоростта на кораба и разстоянието до най-близката навигационна опасност.
- Плаването на всеки кораб се дефинира в два стадия:
 - а) влизане в акваторията на пристанище, подходът към нея, както и местата с ограничение в маневрирането; и
 - б) други води.

В първия стадий корабоводенето се осъществява с помощта на визуални наблюдения, радар, ехолот или с помощта на специална радионавигационна система¹. Изискванията за точност по време на този стадий не са регламентирани от ИМО. Ясно разделение на двата стадия не може да се определи, но въпреки това се определят стандарти за кораби със скорост до 30 възла (Таблица 1).

Таблица 1

Стадий на плаването	Изискуема точност на ОМК
Вход в пристанище	В зависимост от местните обстоятелства
Други води	4% разстояние от опасността, с максимум 4 морски мили

¹ В Резолюцията, терминът “система“ се определя като всеки начин, по който може да се получи ОМК.

Точността на ОМК, която може да се очаква при ползването на която и да е система, зависи от точността на мястото, получено от съответната система и от изтеклото време от момента на последната обсервация.

Доколкото точността на ОМК (по съответната система) зависи от системни и случайни грешки, тя може да се определи само като степен на вероятност. За стандартна оценка ИМО приема 95% фигура на грешките, т.е. фигура с площ, на която корабът може да се намира с вероятност 95%.

Когато се използват жиро-компас и лаг за плаване по Изчислителен метод без корекции към предходно ОМК, съществува зависимост между очакваната точност, точността на ОМК и времевият интервал между отделните ОМК. Тази зависимост, с отчитане на влиянието на грешките при определяне на елементите на течение (скорост и посока), приливно-отливни явления и ефекта на ветровия дрейф е посочена в Таблица 2.

Таблица 2

Дистанция от опасността (морски мили)	Необходима точност (морски мили)	Точност на системата за ОМК (морски мили)					
		0	0.1	0.25	0.5	1.0	2.0
		Максимално допустим интервал от време след последното ОМК (минути)					
10	0.4	12	12	9	-	-	-
20	0.8	28	28	27	22	-	-
30	1.2	48	48	47	44	27	-
40	1.6	72	72	71	68	56	-
50	2.0	100	100	99	97	87	0
60	2.4	132	132	131	129	120	73

70	2.8	168	168	167	165	157	118
80	3.2	208	208	207	206	198	162
90	3.6	252	252	251	250	242	210
100	4.0	300	300	300	298	291	260

Появата на по-сложните радиолокационни и спътникови системи предлагащи висока точност на навигационните параметри и постоянно увеличаващото им се покритие, довеждат до момент, в който Резолюция А.529(13)–1983 г. губи своето значение, но остава важен документ за безопасността на корабоплаването.

В началото XXI в. ИМО приема две нови резолюции, отменящи Резолюция А.529(13) – 1983 г.:

- **Резолюция А.915(22) „Изисквания към бъдещата Глобална Навигационна Сателитна Система“**, приета на 29 ноември 2001 г. [5] и
- **Резолюция А.953(23) „Световна Радионавигационна Система“**, приета на 5 декември 2003 г. [4]

Резолюция А.915(22) [5] регламентира текущите стандарти на точност за морска навигация. В Таблица 3 са представени стандартите, описани в Апендикс 2 и 3 на тази Резолюция. Апендикс 2 включва изискване за точност от 10 м за океанска навигация, но едновременно с тази Резолюция е в сила и Резолюция А.1046(27) [9], указваща, че „Когато се използва радионавигационна система за навигация в океански води, системата трябва да предостави ОМК с грешка не по-голяма от 100 м с вероятност 95%“.

Таблица 3

Място на приложение	Абсолютна хоризонтална точност (вероятност 95%) в метри
Океанска навигация	10-100
Крайбрежна навигация	10
Райони с ограничение в маневрирането	10
Акватории на пристанища	1
Вътрешни водни пътища	10
Хидрография	1-2

Навигацията се разделя условно на 3 фази: Океанска, Крайбрежна и във Води с навигационни ограничения.

3.1. Океанска навигация:

- Корабът е извън зоната на континенталният шелф (извън 200 м изобата) и на повече от 50 морски мили от брега;
- корабът е във води, където визуалното определяне по брегови ориентери, фиксирани оф-шорни съоръжения или плаващи навигационни съоръжения е практически затруднено или невъзможно;
- има значително отдалечаване от бряг и зони, в които рискът от засядане и опасност от сблъскване е сравнително малък.

Въпреки стриктните изисквания на ИМО по отношение на точността (виж Таблица 3), минималните навигационни изисквания за Океанска навигация

(определени от Международната асоциация на фаровите администрации – IALA) [10] са:

- възможна точност 2-4 морски мили;
- честота на ОМК на 15 минути (или по-често), но не повече от 2 часа.

Изискваната точност на ОМК във фазата на Океанската навигация е такава, че да позволи безопасно планиране на подхода към бряг или зони с навигационни ограничения.

3.2. Крайбрежна навигация:

- Отдалечаване на 50 морски мили от брега или в зоната на континенталният шелф (дълбочини по-малки от 200 м);
- води, граничещи с големи земни маси или групи острови, където трансокеанските маршрути имат тенденция да се сближават към районите на местоназначението и където трафикът между пристанищата е по същество успореден на бреговите линии;
- корабът попада в зона, контролирана от Система за контрол на трафика (VTS), зона с оф-шорна и научна експлоатация на ресурсите на шелфа, риболов и туристическа активност.

Приема се, че корабът е във фазата на Крайбрежна навигация, когато дистанцията от бряг е такава, че е безопасно и осъществимо ОМК да се извършва с визуални и радарни наблюдения на брегови ориентири и където е необходимо с ехолот.

Въпреки стриктните изисквания на ИМО по отношение на точността (виж Таблица 3), минималните навигационни изисквания за Крайбрежна навигация на търговските кораби са:

- възможна точност 0,25 морски мили;

- честота на ОМК от 2 до 15 минути (максимален интервал).

3.3. Райони с ограничения в маневрирането:

Макар да е подобен на пристанищната фаза на подхода, в близост до опасностите и ограниченията на свободата на маневриране, фаза с ограничени води може да се развие и по време на фаза на крайбрежно корабоплаване – например в различни проливи по света. Пилотът или капитанът на голям кораб, плаващ в район с ограничени води, трябва да извършва движението си с голяма точност и прецизност, за да избегне засядане на плитчина, удари с подводни обекти или сблъсък с други плавателни съдове в местата с натоварен трафик. Ако голям кораб се окаже в нововъзникваща навигационна ситуация без възможност за промяна на курса или спиране, той може да бъде принуден да се придвижва до граници, измерени с точност до няколко метра, за да се избегне произшествие.

Изискванията за безопасност на навигацията в райони с ограничения в маневрирането са:

- наблюдения за ОМК да се извършва почти непрекъснато;
- да се следи за всяка възможна тенденция корабът да се отклони от безопасният път.

Тези изисквания е почти невъзможно да се осъществят само с визуални и радарни наблюдения, но се постигат с комбинирано ОМК по ГНСС (GPS) / ДГНСС (dGPS) и с използването на Електронни картни системи (ECS) или Електронно Картова Информационна система (ECDIS). [13]

4. ГРЕШКИ В ОМК

Грешката в ОМК се дефинира като „разлика между истинската и измерената стойност на навигационните параметри, необходими за ОМК”.

Познати са три типа грешки:

- **Системни грешки** – известни също като фиксирани. Това са грешки, които са свързани с присъщата точност на оборудването или са резултат от неправилно калибрирано оборудване. Този вид грешка може до известна степен да бъде предвидена и компенсирана.
- **Случайни грешки** – грешки в показанията вземат произволни стойности от двете страни на някаква средна стойност. Те могат да се дължат на наблюдателя/оператора или на оборудването и се разкриват чрез повторни отчитания. Този тип грешка не може нито да бъде предвидена, нито напълно компенсирана.
- **Персонални грешки** – този тип грешки се причиняват от личните възприятия и оценка на измерването на наблюдателя. Могат да се намалят с необходими тренировки и допълнително обучение, както и при спазване на определени инструкции и процедури.

5. ТОЧНОСТ НА ОМК

Терминът „точност” се отнася до степента на съответствие между измерения параметър и истинският параметър в даден момент. Навигационните параметри включват: позиция, координати, скорост, време, ъгъл и др. За навигационни цели се дефинират четири вида точност:

- **Абсолютна точност (Геодезична или Географска точност)** – точност на ОМК относно географските или геодезични координати върху земната повърхност.

- **Предвидима точност** – точността, с която може да се получи ОМК, когато се вземат предвид прогнозираните грешки. Следователно това зависи от степента на познаване на източниците на грешки.
- **Относителна точност** – точността, с която потребителят може да определи позицията спрямо тази на друг потребител на същата навигационна система едновременно.
- **Повтаряща се точност** – точността, с която потребителят може да се върне на позиция, чиито координати са били измервани преди това с помощта на некорелирани измервания от същата навигационна система.

За навигацията на корабите, в общ случай е необходима Абсолютна и Предвидима точност, докато Повтаряща се точност е необходима за риболова, оф-шорната индустрия, кораби, плаващи в райони с навигационни ограничения, както и корабите обслужващи навигационното осигуряване на морските пътища.

ОМК е необходимо да се получи с използването на минимум 2 линии на положението (ЛП). Влиянието на грешките във всяка ЛП създава обща хоризонтална грешка. Съществуват множество начини за нейното определяне, но най-предпочитан и използван е методът на радиално позициониране на грешките относно истинската позиция, с 95% вероятност.

Таблица 4 показва типичната точност (при 95% вероятност) постигана с използването на масово използваните навигационни инструменти или техники.

Таблица 4

Параметър	Точност (при 95% вероятност)	Точност при разстояние 1 морска миля (метри)
Пелинг към светлина или брегови ориентир, с използване на магнитен компас	+/- 3° Точността може да намалее в ширините над 65°	93
Пелинг към светлина или брегови ориентир, с използване на жиро- компас	0.75° x secant от φ До φ = 60°	< 62
Радарен пелинг	+/- 1° При сравнително спокойно море и стабилен кораб	32
Измерване на радарна дистанция	1% от използваният обхват или 30 м. Зависи кое е по-голямо.	
ГНСС	3-5 м	
ДГНСС	1-2	
Плаване по счисление	Около 1 м.миля за всеки проплаван час	

6. ХИДРОГРАФСКИ ЕЛЕМЕНТИ ВЛИЯЕЩИ НА ОМК

ИМО² [14] приема, че „морска карта” или „морска публикация” е карта или книга със специално предназначение, или специално съставена база данни, от която е извлечена такава карта или книга, която се издава официално от/ или под ръководството на правителство, упълномощена хидрографска служба или друга съответна държавна институция и е създадена да отговаря на изискванията на морската навигация. [11] Морските карти предоставят графично представяне на равнинна повърхност на участък от морската повърхност на Земята, конструирана да включва известните опасности и морски помощни средства за навигация. Основната международна организация по въпросите на картографирането е Международната хидрографска организация (ИНО). Основната цел на ИНО е да гарантира, че всички световни морета, океани и плавателни води се изследват и картографират.

6.1. Геодезическа референтна система (датум) [12] – дефинира се като референтна равнина, на която всички нанесени дълбочини и височините при осущаване на бреговата линия при условия на най-ниския астрономически отлив.

6.2. Картна нула или вертикална контролна точка – това е основополагаща, референтна точка на съответната карта, от която се измерват дълбочини или височини.

² IMO SOLAS Convention, Chapter V, Regulation 2

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Точността на определянията на мястото на кораба е един от основните показатели за качеството на навигацията. По-високата точност води до повишаване на нивото на общата морска безопасност. Връзката между точността и безопасността обуславя необходимостта от широко познаване на приетите формални изисквания за точността на навигацията, с оглед осигуряване на тяхното комплексно прилагане.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Международна конвенция за вахтената служба и нормите за подготовка и освидетелстване на моряците, 1978 г. В сила от 1984 г. Обн. ДВ. бр. 31 от 2005 г., попр. ДВ. бр. 86 от 2009 г., попр. ДВ. бр. 91 от 2009 г., изм. ДВ. бр. 17 от 2014 г., изм. ДВ. бр. 90 от 2018 г., източник: <https://www.marad.bg/>
- [2] Международен кодекс за управление на безопасната експлоатация на кораби и предотвратяване на замърсяването (ISM Code), изд. от МТ, ДВ. бр. 58 от 1995 г., източник: <https://www.marad.bg/>
- [3] Калинова Е., *Международни договори, свързани с безопасността на корабоплаването*, Годишник на ВСУ „Черноризец Храбър“, Том XIV-2008, с. 179-191, ISSN 1310-800 X.
- [4] IMO STCW Code Table Resolution A.953(23) *World-wide Radionavigation A-II/2, Specification of Minimum Standard of Competence for Masters and Chief Mates on Ships of 500 Gross Tonnage or More*, източник: <http://www.imo.org/>
- [5] IMO Resolution 915(22) *Revised maritime policy and requirements for a future GNSS*, източник: <http://www.imo.org/>

- [6] Калинова Е., *Международни организации, свързани с безопасността на корабоплаването*, Годишник на ВСУ „Черноризец Храбър“, Том XVII-2011, с.229-242, ISSN 1310-800 X.
- [7] IMO Resolution A.529(13) *Accuracy standards for navigation*, източник: <http://www.imo.org/>
- [8] IMO *System*, източник: <http://www.imo.org/>
- [9] IMO Resolution A.1046(27) *World-wide Radionavigation System*, източник: <http://www.imo.org/>
- [10] IALA, *NAVGUIDE 2018-Marine Aids to Navigation Manual*, 2018.
- [11] Дачев Ю., *Морските карти*, Стено, Варна, 2017, с. 207, ISBN 978-945-449-910-5.
- [12] Дачев Ю., *Геодезия*, Колорпринт, Варна, 2000, 206 с., ISBN 954-760-002-8.
- [13] Dachev Yu., *The satellite navigation systems: status, problems, future*, Journal of Marine Technology and Environment, Vol.1, 2015, Constanta, pp. 23-28, ISSN 1844-6116.
- [14] *Международна конвенция за безопасност на човешкия живот на море от 1974 г., както е изменена с Протокола от 1988 г. (SOLAS) В сила от 1984 г. Обн. ДВ. бр. 12 от 2005 г., изм. ДВ. бр. 16, 17, 19, 20, 22, 23, 24 от 2017 г., изм. ДВ. бр. 93 от 2018 г., изм. ДВ. бр. 40 от 2019 г., изм. ДВ. бр. 82 от 2020 г., източник: <https://www.marad.bg/>*