

## РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд на инж. Ивайло Янков Иванов на тема:  
“Оценка ефективността на използване на ECDIS, самостоятелно и  
съвместно с радиолокационна и спътникова система за осигуряване  
безопасността на плаването при особени обстоятелства” за  
придобиване на образователна и научна степен ”Доктор” по  
научната специалност: ш. 02. 14. 12 “Управление на кораби и  
корабоводене”

Рецензент: доц. д-р инж. Асен Александров Шиваров

За рецензиране са представени Автореферат и Докторска дисертация на тема “ Оценка ефективността на използване на ECDIS, самостоятелно и съвместно с радиолокационна и спътникова система за осигуряване безопасността на плаването при особени обстоятелства”. Дисертационният труд обхваща 230 страници, от които 163 страници представляват основния текст, съдържащ: 41 таблици, 37 фигури, 14 диаграми, 1 структурно логическа схема и 70 формули. Приложенията (28) са в обем от 37 страници, съдържащи: Блокови схеми на алгоритмите (1 и 2) за Определяне удължаването на траекторията (1) / времето (2) на /за даден преход в зависимост от характеристиките на кораба, условията на плаване и методите и средствата за ОМК и Приложения (1 - 26) - съдържащи таблични и графични данни от експерименталното изследване в районите на Босфора и нос Колокита - статистическа извадка на стойностите, абсолютната грешка, СКГ на навигационните параметри и на сметите навигационни линии на мястото с помощта на визуални методи, РЛС, ECDIS чрез GPS при ОМК на кораба в условия на стеснени води, открито море, при наличие само на дрейф, само на течение, дрейф и течение и в условия на вълнение. Литературната справка се състои от 145 източника плюс 5 авторски публикации, свързани с темата. Останалите страници са: Съдържание на дисертацията и Списък на използваните съкращения.

### I. Актуалност на разработвания проблем

През 1950 г. със заражда идеята за комбиниране на радарно изображение с цифрови данни. Първата елементарна цифрова картна

система за електронна навигация е създадена през 1980 г., и се въвежда терминът ECDIS (Electronic Chart Display and Information System). Почти 10 години след това ИМО (Международна Морска Организация) публикува стандарти, касаещи производството, експлоатацията и поддържането на системи за електронна навигация.

Преди всичко, трябва да се отбележи, че съгласно конвенцията SOLAS, за юридически аналог на книжните навигационни карти се счита техническото средство – ECDIS, а не базата от данни за електронни карти.

Техническото средство – ECDIS, трябва да има сертификат за одобрение на типа и окомплектовката на електронни карти, поддържащи автоматичен режим на корекция.

Минималното изискване към ECDIS е определено в Резолюцията на Асамблеята на ИМО - А.817(19) (1995) с допълненията и измененията на Комитета по безопасност на корабоплаването ИМО (1999). В частност, стандартът определя, че електронните карти се разработват в унифициран формат за обмен – ENC, а за да се използват на борда, се конвертират (преобразуват) в системен формат ECDIS – SENC, съгласно решението на ИНО от 2002 г. Това техническо решение е позволило премахването на нерешените въпроси за защита на картите от несанкциониран достъп, формиране на световна колекция от данни и създаване на специализиран сервиз за крайния потребител.

Официалните електронни карти се разработват и произвеждат от упълномощена от правителството хидрографна служба или друг държавен институт, поддържащ автоматичната корекция.

Изискванията към картите се определят от стандарта ИНО S-57, трето издание. Стандартът предвижда верижно-възлова топология на данните, определяйки каталог на обектите и атрибутите, формата на записите, а също и пълната спецификация на изходния сбор от данни за основните и коригирани набори. Корекцията на електронните карти се изготвя във вид на файлове от команди, в съответствие с които ECDIS коригира изходния набор от данни за изобразяване.

Електронните навигационни карти не съдържат никакви сведения за способите за изобразяване на самите карти. Изобразяването на морските електронни карти е унифицирано и се регулира от стандарта ИНО S-52, задължителен за използване от производителите на ECDIS. Задължителното сертифициране на ECDIS се изпълнява от упълномощени сертификационни общества, като DnV (Норвегия), BSH (Германия), German Lloyd (Германия), Морския и Речен регистри на Руската Федерация и др.

Съгласно изискването, изложено в правило V/19.2.10 на Международната конвенция по безопасност на море (SOLAS), системите за електронна навигация (два еквивалентни, дублиращи се модула) трябва да бъдат поетапно внедрени на борда на всички транспортни кораби, предназначени за международни плавания, в зависимост от техния тип, размер и година на конструирането им, като крайния срок за това е **01 Юли 2018 г.**

Работата на ECDIS се основава на използването на навигационни сензори за позициониране:

- **PS1** (1-ва позиционираща сиситема) - спътниково позициониране на кораба, чрез GPS. Приемниците определят координатите с точност: в открито море от  $\pm 10$  m, а в крайбрежно плаване (стеснени райони – проливи, островни зони, пристанищни акватории и канали) с точност от  $\pm 1 \div 3$  m, чрез автоматично подвключване към DGPS / EGNOS / WAAS;

- **PS2** (2-ра позиционираща сиситема) – LORAN C (в открито море, с точност от  $\pm 120$  m) или ARPA (в крайбрежно плаване - режим „Chart Overlay” – определяне на мястото - само чрез дистанции ( $m_D = \pm 0.001D_R$ ) с точност на мястото от  $\pm 1 \div 3$  m) или DR

Отчитайки всичко споменато до тук, спазвайки всички изисквания за работа с ECDIS и опита на „добрата морска практика”, все пак в световен мащаб, се случват аварии от засядане на кораби, обзаведени с ECDIS, поради което възникват въпроси от типа на:

- каква е степента на доверие към на инсталираните на борда на кораба ECDIS;

- използват ли се специализирани радионавигационни приемници, като основни позициониращи системи и как те са интегрирани с корабното ECDIS-обзавеждане;

- адекватно ли е обучението на вахтените пом. капитани за работа с ECDIS и каква е тяхната натренираност за комфортна, креативна и осигуряваща безопасност на море, работа със системата;

**Обект на настоящата дисертация** е оценка ефективността на използване на ECDIS в съчетание с GPS, ARPA и конвенционалните електро-навигационни апаратури, инсталирани на борда на съвременните кораби, както и компетентността и увереността на помощник-капитаните, относно работата с конзолите на ECDIS.

**В резултат на правилно определеният обект - актуалността на дисертацията** се изразява в това, че чрез прилагане на съвременни математически методи: метода на абсолютното привързване, определяне на средно-квадратична кръгова грешка на мястото на

кораба, на допустимата и очакваната средно-квадратични кръгови грешки на това място, закона за нормалното разпределение с неговите параметри и изчисляване на очакваната вероятност за безопасно плаване, да се анализират съществуващите практики за:

- оценка ефективността на използване на ECDIS съвместно с корабна радиолокационна станция (ARPA) и спътникова навигационна система (DGPS), при заставане на котва;
- оценка ефективността на използване на ECDIS съвместно с корабна радиолокационна станция (ARPA) и спътникова навигационна система (DGPS), при преминаване през теснина или канал;
- анализ на невязките при плаване по счисление, и такива при плаване по обсервации, определени с помощта на ARPA, за оценка ефективността на използване на ECDIS ;
- оценка ефективността на извършване на даден преход с помощта на ECDIS, при плаване в различни ходрометеорологични условия и определяне мястото на кораба, по различни способности.

Докторантът обвързва своите изследвания с Нормалния закон на разпределение, както и корелацията между резултатите, получени от изследванията и изведената линия на тренда, по време на експерименталните изследвания, в района на Босфора и Бургаския залив.

**Считам, че предметът на дисертацията е правилно формулиран.**

**Основна цел** на настоящото изследване е разработването на методика и изчислителен апарат, чрез които да се оцени ефективността от използването на ECDIS, в съчетание с GPS, ARPA и конвенционалните електро-навигационни апаратури, инсталирани на борда на съвременните кораби, което би определило направлението на компетентността на помощник-капитаните, работици на кораби, обзаведени с конзоли - ECDIS.

**Задачи:**

- оценяване ефективността от използване на картните системи за електронна навигация, посредством изчисляване точността на определеното корабно място в различни ситуации, при използване на конзолата на ECDIS, съвместно с радиолокационна станция (ARPA) и спътникова навигационна система (DGPS), и анализ влиянието на точността върху безопасността на кораба, а именно: заставане на котва, плаване на кораба по фарватер в канал, или в теснина;
- оценяване ефективността от използване на ECDIS в крайбрежно плаване, посредством изчисляване точността на СМК

(счислимото място на кораба) при позициониране в режим „DR” (ръчно въвеждане данни за курса и скоростта) и с КРЛС (ARPA), и анализ, как тази точност влияе върху безопасността на кораба в конкретния случай;

- оценка ефективността от използване на картните системи за електронна навигация, на база изчисления и анализи относно влиянието на честотата на ОМК с различни технически средства за корабоводене при различни условия на плаване върху осъществяването на даден преход и демонстриране, как това се отразява върху икономическите показатели, важни за ефективното реализиране на този преход, а именно изминатото от кораба разстояние и необходимото време за това.

**На основание на гореизложеното, моята оценка за актуалността на разработвания в дисертационния труд проблем, е положителна.**

## **II. Оценка на теоретичния материал**

Дисертационният труд съдържа увод, четири глави и заключение. Обемът е 163 страници, включващи 41 таблици, 37 фигури, 14 диаграми, 1 структурно логическа схема и 70 формули.

От докторантът е направен теоретичен обзор, отнасящ се към някой инциденти, довели до катастрофални за корабите последствия в резултат на неправилно или некомпетентно използване на конзолите за електронна навигация, инсталирани на борда на съвременните кораби:

- засядане на м.к. „Темза“ на плитчина в пролив „Mull” на 09.08.2011 г.;

- засядане на м.к. „Перформер“ на плитчината „Хайсборо“ на източния английски бряг на 12.05.2008 г.

- засядане на м.т. „Овит“ на плитчината „Varne” в Дувърския пролив, по време на преход от Ротердам - Холандия до Бриндиси - Италия на 18 Септември 2013 г.;

- засядане на м.к. „Лоуландс Мейн“ на плитчината „Varne” в пролив Дувър на 26 Април 2006 г.;

- засядане на контейнеровоза „Кортежа“ на плитчината „Varne” в пролив Дувър на 02 Януари 2008 г.;

- засядане на м.к. „Белуга Революшън“ на остров „Енус“ в Тихия океан на 26 Април 2006 г.

Основните входни елементи, определящи структурата и съдържанието на дисертационния труд са:

1. Компетентността и степента на подготовка на морските лица за използване на конзоли за електронна навигация (ECDIS), предвид това, че въпреки правилното функциониране на техническото средство, е възможно голямото количество предоставена информация на екрана му да обърка и подведе вахтения офицер, в следствие на което да се допусне застрашаване безопасността на плавателния съд, причина за което може да е засядане или ситуация на прекомерно сближаване, и дори колизия с друг кораб;

2. Осигуряване на необходимата точност на ОМК за гарантиране безопасността на кораба при плаване с помощта на система за електронна навигация, а именно предоставяне на актуална позиция на плавателния съд в дадена ситуация и при конкретни условия на плаване, като оценката на точността на тази позиция е дефинирана в цялата структура на ECDIS, като една комплексна система, а не като данни получени от отделни нейни сегменти, предвид това, че такава количествена оценка не е правена до сега, според проучването на докторанта;

3. Оценка на ролята на ECDIS, като средство за водене на кораба, допринасящо за подобряване на икономическите показатели, характерни за реализиране на даден преход, а именно: изминатото от даден плавателен съд разстояние и времето необходимо за това, предвид стойността на разходите, необходими за осъществяване на този преход (храна, вода, ГСМ и др.). Причина за изготвянето на тази оценка е необходимостта от изтъкване и на икономическите ползи от инсталирането на ECDIS на борда на съвременните кораби, а не само тези, свързани с осигуряване на безопасността им, както и това, че такава оценка не е правена до момента, отчитайки факта, че в издадените публикации и литература по темата, е обърнато главно внимание върху проблемите, свързани с неправилното използване на конзолите за електронна навигация.

Описаните по – горе входни елементи формулират проблеми, които в дисертацията се решават по следния начин:

1. Използване на метода на абсолютното привързване за определяне на СКГ (средно – квадратичната грешка) на измерените по визуален способ, измерените с помощта на ARPA или свалени от електронната карта при ОМК със GPS навигационни параметри (пеленг, дистанция, вертикален ъгъл);

2. Използване на елиптична грешка и КСКГ (Кръгова Средно-Квадратична Грешка) за оценка на мястото на кораба при използване на навигационни параметри, получени по визуални способности, от ARPA и от

ECDIS при ОМК с помощта на GPS в момент на спускане на котвата и влияние на тази грешка върху радиуса на котвената стоянка за осигуряване на необходимата безопасност на кораба по време на стоенето му на котва;

3. Изчисляване на допустимата КСКГ при плаване на кораба в теснина или канал и изготвяне на сравнителен анализ въз основа на получените КСКГ на ОМК при използване на различни средства за определяне позицията на кораба (визуален способ, ARPA, електронна карта със GPS). Изчисляване на вероятността за безопасно плаване на кораба в теснина или канал при използване на данни от ARPA и от ECDIS;

4. Изготвяне на оценка за точността на счислимото място на кораба (СКГ на счислението) при плаване по счисление за различни интервали от време, и нанасяне на ОМК върху електронната карта. Средно – квадратичната грешка на счислимото място на кораба се получава на база анализ на невязките, дефинирани след определяне на кореспондиращото му място, по данни от ARPA;

5. Използване на закона за нормалното разпределение и прилежащите му параметри, като част от теория на вероятностите и статистиката, за изследване точността на разсейване на определената позиция на кораба при реализиране на даден преход и използване на различни средства, и начини за ОМК, и при плаване в различни хидрометеорологични условия;

6. Използване на закона за нормалното разпределение и прилежащите му параметри, като част от теория на вероятностите и статистиката, за изследване удължаване на траекторията, измината от кораба при реализиране на даден преход и използване на различни средства, и начини за ОМК, и при плаване в различни хидрометеорологични условия. Извеждане на уравнение на линията на тренда, на база на което, могат да се получават прогнозни резултати;

7. Използване на закона за нормалното разпределение и прилежащите му параметри, като част от теория на вероятностите и статистиката, за изследване удължаване на времето, необходимо на кораб да измине дадено разстояние при реализиране на даден преход с използване на различни средства, и начини за ОМК, и при плаване в различни хидрометеорологични условия. Извеждане на уравнение на линията на тренда, на база на което, могат да се получават прогнозни резултати.

**От изложението в дисертацията заключавам, че дисертанта е анализирал и оценил творчески разглеждания литературен материал (общо: 141 заглавия).**

### **III. Избраната методика, дава ли отговор на поставената цел и задачи на дисертационния труд**

За целите на изследването в изчислителния процес са използвани изведените от докторанта:

- уравнения за пресмятане удължаването на траекторията на изминатия от кораба път, в зависимост от използваните средства и методи за ОМК при определени условия на прехода, в следствие на които е установено, че при плаване с помощта на електронна карта и ОМК със GPS, изминатото от плавателния съд разстояние е по-късо в сравнение със случаите, когато ОМК се определя по визуален способ или с помощта на ARPA при едни и същи условия на плаване;

- уравнения за пресмятане увеличаването на времето, необходимо на кораба да измине определен път, в зависимост от използваните средства и методи за ОМК при определени условия на прехода, в следствие на които е установено, че при плаване с помощта на електронна карта и ОМК със GPS, необходимото време на плавателния съд да измине дадено разстояние е по-малко в сравнение със случаите, когато ОМК се определя по визуален способ или с помощта на ARPA, при едни и същи условия на плаване;

- методика за извеждане на линейни уравнения, с помощта на които се изчислява разстоянието, което кораба би изминал в действителност, в зависимост от използваните методи и средства за ОМК, натоварването му, неговата скорост и газене, както и в зависимост от хидрометеорологичните условия на прехода, като същата може да се използва при натурни изпитания на плавателния съд, за да се създадат таблици с коефициенти на тези линейни уравнения или графики за същите, които да послужат на помощник-капитаните при фактическото водене на кораба – Алгоритъм No 1;

- методика за извеждане на линейни уравнения, с помощта на които се изчислява действителното време, за което кораба би изминал даден път, в зависимост от използваните методи и средства за ОМК, натоварването му, неговата скорост и газене, както и в зависимост от хидрометеорологичните условия на прехода, като същата може да се използва при натурни изпитания на плавателния съд, за да се създадат таблици с коефициенти на тези линейни уравнения или графики за



същите, които да послужат на помощник-капитаните при фактическото водене на кораба – Алгоритъм No 2.

В резултат, по експериментален път, на борда на м.к. „Авенте“, в района на Бургаски залив, е било доказано, че:

- в ситуация на заставане на кораба на котва, радиуса на котвената стоянка, определен по данни от електронната карта при ОМК със GPS е по – близък до действителния такъв, в сравнение с този определен по данни от ARPA, като за целта се използва информация от картната система, като цяло (място на кораба, разположение на бреговите ориентири върху електронната карта, разположение на навигационните знаци върху електронната карта), а не само информация от отделни нейни сегменти (GPS);

- при плаване в теснина, очакваната вероятност за безопасно плаване на кораба в акваторията на теснината по данни получени от електронната карта при ОМК със GPS е по – голяма, от тази получена по данни от ARPA, като за целта се използва информация от картната система, като цяло (място на кораба, разположение на бреговите ориентири върху електронната карта, разположение на навигационните знаци върху електронната карта), а не само информация от отделни нейни сегменти (GPS);

- разсейването в позицията на мястото на кораба при воденето му с електронна карта и ОМК с помощта на GPS е значително по – малко, в сравнение със случаите при водене на плавателния съд с ARPA и по визуален способ, за едни и същи условия на плаване;

- воденето на кораба по електронна карта и ОМК по – счисление е значително по – неефективно от гледна точка осигуряване на безопасността на прехода и размера на разходите за същия, в сравнение със случаите при съвместното използване на ECDIS с ARPA или ECDIS със GPS.

**Моята оценка е, че дисертантът има отлична подготовка и свободно борава с математическия апарат при разработване на методиката на изследване. Чрез нея, той дава обоснован отговор на поставените цел и задачи на дисертационния труд.**

#### **IV. Научни и научно-приложни приноси на дисертацията**

Направения по-горе сравнителен анализ от прилагането на предложените от докторанта уравнения и алгоритми, използвани в реално възникнала и документирана ситуация, показва че математическия модел, използван в реални – морски условия, изпълнява задачата си, и дава очакваните резултати.

Въз основа на казаното по-горе, могат да се формулират **приносите** от настоящото изследване в **научно-приложен** и **практически** аспект, както следва:

1. **Научно-приложен принос** представляват предложените от докторанта и цитирани по горе - уравнения и алгоритми, които позволяват изчисляване на точностните параметри на ОМК при съвместното използване на ECDIS с ARPA или ECDIS със GPS.

2. **В практиката** разработеният изчислителен апарат може да бъде внедрен в катедра "КУТОЧВП за обучение на студенти и провеждане на курсове по работа с ECDIS с ARPA или ECDIS със GPS с пом. капитански състав.

**Дисертационният труд изцяло е дело на кандидата.**

#### **V. Критични бележки по рецензираната дисертация Забележки от методичен характер (препоръчителни)**

1. Използването на ARPA в условия на преход в теснини, предполага високоточно определяне на мястото само чрез дистанционният способ.

2. Използването на данни от жирокомпаса и лага в режим „DR“ (счисление) е само в краен случай, при положение, че не работи втората конзола ECDIS, не работят GPS-приемника и корабната ARPA.

#### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ:**

1. Докторантът е получил нужната подготовка и умения за провеждане и ръководене на учебна и научна дейност. Дисертационният труд има нужните качества и приноси за присвояване на образователна и научна степен „ДОКТОР“, съгласно Закона и Правилника за РАСРБ.

2. Предлагам на уважаемото Научно жури при "КУТОЧВП" на Техническият Университет - Варна да гласува – „**Положително**“ за присвояване на образователна и научна степен „ДОКТОР“ на инж. Ивайло Янков Иванов, по специалност: ш. 02.14.12. „Управление на кораби и корабоводене“.

10 септември 2017 г.  
гр. Варна

Рецензент:



доц. д-р инж. Асен Шиваров