

**ВИСШЕ ВОЕННО-МОРСКО УЧИЛИЩЕ „Н.Й.ВАПЦАРОВ”  
ФАКУЛТЕТ „НАВИГАЦИОНЕН”**

---

**КАТЕДРА „ЕКСПЛОАТАЦИЯ НА ФЛОТА И  
ПРИСТАНИЩАТА”**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

**на**

**дисертационен труд на тема:**

**ОПТИМИЗИРАНЕ НА НАВИГАЦИОННАТА ИНФОРМАЦИЯ  
ЗА БЕЗОПАСНО КОРАБОПЛАВАНЕ В ЕКСТРЕМНИ  
УСЛОВИЯ**

**за придобиване на образователна и научна степен  
„ДОКТОР”**



**к.д.п. инж. ГЕОРГИ СОТИРОВ ГИЛЕВ**

**Научен ръководител: доц.д-р Димитър Йорданов Димитракиев**

**Професионално направление 5.5 „Транспорт,  
корабоплаване и авиация”**

**Научна специалност „Управление на кораби и корабоплаване”**

**Варна, 2015г.**



Дисертационният труд се състои от ...стр.

Основен текст - ... стр.

Брой на литературните източници - .....

Брой на фигурите - .....

Брой на таблиците - .....

Брой на приложенията - .....

Брой на публикациите по дисертацията - .....

Защитата на дисертационния труд ще се състои

на ..... от .....ч. в зала ..... на  
ВВМУ „Н. Й. Вапцаров”

Рецензиите, становищата на членовете на научното жури и  
авторефератът са публикувани в сайта на училището  
[www.naval-acad.bg](http://www.naval-acad.bg)

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите  
се в канцеларията на факултет „Навигационен” на  
ВВМУ „Н. Й. Вапцаров”, стая № .....,

Адрес: Варна, ул. ”Васил Друмев” №73

**ГЕОРГИ СОТИРОВ ГИЛЕВ**

**ОПТИМИЗИРАНЕ НА НАВИГАЦИОННАТА  
ИНФОРМАЦИЯ ЗА БЕЗОПАСНО КОРАБОПЛАВАНЕ  
В ЕКСТРЕМНИ УСЛОВИЯ**

Област „Технически науки”

Професионално направление 5.5 „Транспорт, корабоплаване и  
авиация”

Научна специалност „Управление на кораби и корабоплаване”

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

на

**ДИСЕРТАЦИОНЕН ТРУД**

За придобиване на образователна и научна степен

**„ДОКТОР”**

Професионално направление 5.5 „Транспорт, корабоплаване и  
авиация”

Научна специалност „Управление на кораби и корабоплаване”

Докторска програма: .....

Варна, 2015г.

Докторантът работи като асистент в катедра „Експлоатация на флота и пристанищата” и е на обучение във Висшето военноморско училище „Н. Й. Вапцаров” в задочна форма за разработване на дисертационния труд.

Изследванията от дисертационния труд са извършени във ВВМУ „Н. Й. Вапцаров”.

Дисертационния труд е насочен за защита от Факултет „Навигационен” при ВВМУ „Н. Й. Вапцаров”, в съответствие на чл. 5, ал.1 от ЗРАС.

Автор: Георги Сотиров Гилев

Заглавие: ОПТИМИЗИРАНЕ НА НАВИГАЦИОННАТА ИНФОРМАЦИЯ ЗА БЕЗОПАСНО КОРАБОПЛАВАНЕ В ЕКСТРЕМНИ УСЛОВИЯ

Тираж: ....

***ГЕОРГИ СОТИРОВ ГИЛЕВ***

**ОПТИМИЗИРАНЕ НА НАВИГАЦИОННАТА ИНФОРМАЦИЯ ЗА  
БЕЗОПАСНО КОРАБОПЛАВАНЕ В ЕКСТРЕМНИ УСЛОВИЯ**

УВОД.....	7
I.ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД ...	9
II.СТРУКТУРА И СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД.....	12
ГЛАВА ПЪРВА. Състояние на проблема. Обект на разработката .....	12
ГЛАВА ВТОРА. Избор на критерий за безопасно корабоплаване и методика за приложението му в екстремни условия. Математическо моделиране на екстремните условия на плаване.....	15
2.1. Избор на критерий за безопасно корабоплаване .....	15
2.1.1. Теория на определяне степента на риска .....	16
2.1.2. Оценка на риска за живота и здравето на хората на борда....	18
2.1.3. Оценка на риска за кораба .....	19
2.1.4. Оценка на риска за активите на корабособственика.....	19
2.2. Организация на корабната служба в екстремни условия на плаване .....	19
2.3. Оптимизиране на информацията в екстремни условия .....	20
2.4. Изводи.....	21
ГЛАВА ТРЕТА. Синтез на автоматизираната система за оптимизиране на навигационната информация и за контрол на действията екипажа при екстремни условия .....	21
3.1 Блок схема на действие на системата. ....	21
3.1.1. Принципна структура на програмата “ <i>Extreme Sailing 1</i> ” ....	22
3.1.2. Блок-схема на системата “ <i>Extreme Sailing 1</i> ” .....	23
3.1.3. Блок – програма на функционалния блок на системата .....	23
3.2 Изследване областите на контролираните параметри .....	26
3.3 Изводи.....	27
ГЛАВА ЧЕТВЪРТА. Експериментално изследване на системата .....	28
4.1 Програмно моделиране на екстремни условия.....	28

4.2 Методика за провеждане и оценяване	
резултатите от експеримента.....	29
4.3 Изводи.....	30
Заключение. Общи изводи и препоръки.....	31
III. НАУЧНА ЗНАЧИМОСТ И НОВОСТ .....	33
IV. ПУБЛИКАЦИИ, СВЪРЗАНИ С	
ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД.....	34



# I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

## Актуалност на проблема:

През последните две десетилетия понятието “безопасно корабоплаване” навлезе дълбоко в морската терминология. Въвеждането на редица международни изисквания задължаващи корабособственици и мореплаватели да повишат ефективността на морската безопасност доведе до извода, че е необходима стройна система от правила, регламентиращи постигането на тази цел. Дълго време борбата за постигане безопасност на корабоплаването се води чрез промяна на конвенции и влизането в сила на международни кодекси. Въпреки множеството нормативни документи касаещи пряко безопасността на корабоплаването както на Международната Морска Организация така и на местни законодателства досега систематизирана дефиниция на това понятие не е дадена. Като се има пред вид, че безопасността на корабоплаването е основополагаща дисциплина в морската наука бихме могли да кажем, че предметът на нейното изследване обхваща твърде голям обем от жизнено важни мероприятия извършвани на море. И все пак като имаме пред вид кодексите на ММО и най-вече Международния кодекс за управление на безопасността и качеството (ISM), бихме могли да дадем следното определение на понятието “безопасност на корабоплаването”:

*“Безопасност на корабоплаването е система от мерки и мероприятия предприети за осигуряване на следните приоритети в следната последователност:*

- 1. Опазване на човешкия живот на море.*
- 2. Опазване на кораба.*
- 3. Недопускане на замърсяване на околната среда.*
- 4. Опазване активите на корабособственика.”*

От тук можем да направим извод, че безопасно е онова корабоплаване, което на първо място осигурява безопасността на хората на море, а също така не води до материални загуби и опазва чистотата на околната среда.

**Основната теза,** възприета в хода на изследванията в тази разработка е , че навигационната информация е съществен елемент и

важна предпоставка за качествено управление на безопасността в корабоплаването, което определя необходимостта от нейното прецизиране и оптимизация в процеса на експлоатация на корабите.

**Обект на научното изследване** е процесът на оптимизация на навигационната информация в съвременни условия.

**Предмет на научното изследване** са екстремните условия, които оказват отрицателно въздействие върху процеса на управление на кораба и изискват спешно доставянето на прецизна и оптимална навигационна информация.

**Цел на дисертационния труд** е обосноваване на направлението за усъвършенстване на оптимизацията на навигационната информация при корабоводене в екстремни условия.

За постигане на поставената цел са решени следните **основни и допълнителни задачи**.

**Първа основна задача** – Характеристика на понятията “навигационна информация”, “безопасно корабоплаване” и “екстремни условия на море”.

**Втора основна задача** – Изследване на проблема за безопасното корабоплаване в екстремни условия.

**Трета основна задача** – Категоризиране на екстремните условия и избор на способности и средства за безопасно корабоплаване.

**Четвърта основна задача** – Избор на критерии за оптимизиране на навигационната информация и на методика за нейната оптимизация.

**Пета основна задача** – Разработване на методика за безопасно корабоплаване в екстремни условия.

**Първа допълнителна задача** – Разработване на алгоритми за оптимизиране на навигационната информация.

**Втора допълнителна задача** – Експериментално изследване на методиката за безопасно корабоплаване в екстремни условия.

*ГРАНИЦИТЕ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО са оптимизиране на навигационната информация при екстремни условия на плаване породени природни фактори, форс-мажорни обстоятелства и неумишлената дейност на човека.*

Приложени са следните **МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ**:

- **общонаучни методи** за установяване на взаимните връзки между екстремните условия на корабоплаване и дефиниране на понятийния апарат;

- *оперативният, оперативно-статистическият и системен анализ, емпатията и мозъчният щурм* за определяне методите и способите на оптимизация на навигационната информация, както и основните направления за усъвършенстване управлението на кораба в екстремни условия;

- *системният подход и анализ на чувствителността* при определяне на основните направления на корабоводене в екстремни условия;

- *анализът и оценка на риска* за определяне на риска на море и вземане на управленско решение по избор на действия при добиване и използване на оптимизирана навигационна информация в екстремни условия на плаване.

#### **Апробация на резултатите от дисертационния труд**

Дисертационният труд е представен и обсъден на заседание на еднократно първично звено сформирано със заповед на Началника на ВВМУ.

## II. СТРУКТУРА И СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Представения дисертационен труд се състои от увод, четири глави, заключение и списък на използваната литература.

В увода е изложен общ исторически преглед на борбата за постигане на безопасност в корабоплаването.

Съдържанието на дисертацията е изложено в четири глави.

### **ПЪРВА ГЛАВА. Същност и състояние на проблема. Обект на разработката.**

В първа глава се решават **първа основна задача както и първа и втора допълнителни задачи**. Тя включва следните подраздели:

Раздел 1.1. Характеристика на понятията “навигационна информация”, “безопасно корабоплаване” и “екстремни условия на море”

Раздел 1.2. Навигационно и техническо осигуряване на безопасно корабоплаване

Раздел 1.3. Организационни мерки за осигуряване на безопасността на корабоплаването.

Раздел 1.4. Класификация на екстремните условия, възникващи на море

Раздел 1.5. Критерии за безопасно корабоплаване и “оценка на риска”

Раздел 1.6. Изводи за състоянието на проблема и Задачи пред дисертацията.

В хода на изследването се установява, че оптимизирането на навигационната информация е непрекъснат процес, който се извършва в системи корабна апаратура, носещи наименование “корабни комплекси”.

Преобладават изследванията свързани с дейността на корабните навигационни комплекси. Особено внимание се отделя на действието на информационният им софтуер.

В 1.2 се отделя внимание предимно на навигационните системи, като преобладават изследванията върху Интегрираната система за управление на мостика и Интегрираната навигационна система. Процесът на оптимизация на навигационната информация в тези две

системи се свързва програмна обработка на данните добити при навигационните измервания.

Отделя се специално внимание и на критериите за оптимизация на навигационната информация:

- навигационната информация да бъде минимална по обем и максимална по съдържание;
- навигационната информация да бъде максимално точна;
- навигационната информация да бъде актуална.

Спирам се и на екстремните условия на плаване. Класифицирам ги според факторите, които ги пораждат. Обръщам специално внимание и на екстремните условия на плаване породени от съвместното действие на два или повече фактори.

Екстремните условия на плаване се делят на четири големи групи в зависимост от факторите, които ги пораждат:

- екстремни условия породени от природни фактори;
- екстремни условия породени от техническа неизправност;
- екстремни условия породени от човешка грешка;
- екстремни условия породени от антропогенни заплахи.

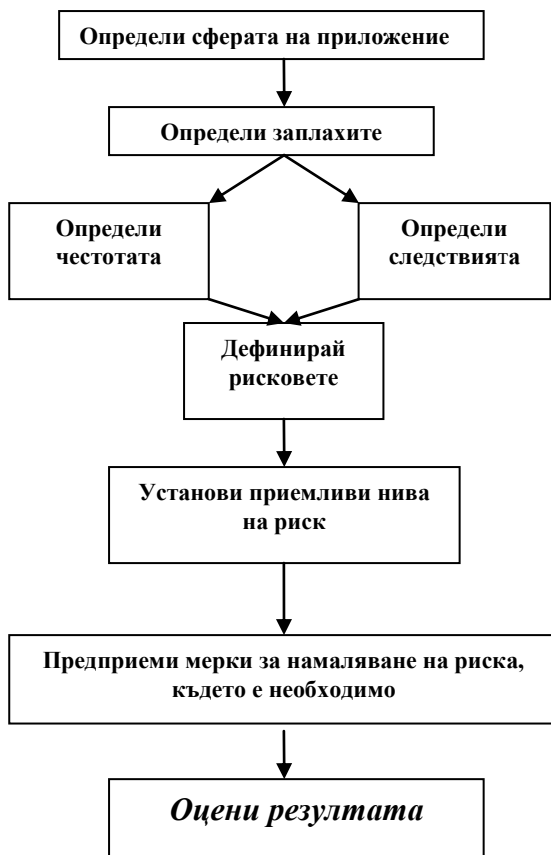
Теорията на оценка на риска непрекъснато се развива и постепенно се превръща в самостоятелна наука, а не само в отделна процедура в системата на управление на безопасността в корабоплаването. Постепенно натрупаният опит се превръща в стройна теория, а разработените методики получават научна обосновка. В европейските държави, както и в САЩ оценката на риска е не само академична дисциплина, но и предмет на анализ и изследване от много научни институти.

В началото на 90-те години в Морския Институт във Великобритания започва да се говори не само за оценка на риска, но и за **управление на риска на море**.

Количествено **оценката на риска** може да се илюстрира като използване на числени изрази на вероятностите на съществуващите заплахи, така че да се получи калкулирано претегляне на **създадените екстремни условия**.

Логически процесът на оценяването на риска може да бъде представен в алгоритмична форма. Алгоритъмът може да има различна форма. За онагледяване на процеса обаче схемата на процеса трябва да бъде проста и лесно разбираема. Примерният и вид е следния:

От анализа на литературните източници са обобщени следните основни изводи:



1. Към настоящия момент оптимизацията на навигационната информация се извършва по установени програми в системата на навигационните комплекси при активното участие на човешкия фактор.

2. Все още автоматизацията на този процес не е на желаното ниво, пред вид разнообразието на условията на корабоводене, особено в екстремни ситуации.

3. В процеса на обработка на навигационната информация много често се нарушават критериите за оптимизация. Или се намалява обема на информацията за сметка на нейната точност, или в стремежа си да я прецизираме губим нейната актуалност.

4. Липсата на специален програмен продукт предназначен за бърза обработка на данни добити от навигационни наблюдения и измервания значително забавя процеса на оптимизация на навигационната информация.

5. Досега дефиниране и подробна класификация на екстремните условия на плаване не са извършвани. Класифицирането на екстремните условия по различни признаци в зависимост от факторите, които ги пораждат, създава и различни методи на оптимизация на навигационната информация.

6. Различните методи на оптимизация на навигационната информация предизвиква изработването на различни алгоритми за формиране на управленско решение в екстремни условия на корабоводене.

7. Необходимо е усъвършенстване на системата за управление на безопасността на море като се въведе нов подраздел за управление на кораба в екстремни условия.

8. Необходимо е обогатяване на политиката по безопасност на корабните компании с въвеждането на методика по рационално и оптимално използване на навигационната информация.

## **ВТОРА ГЛАВА. Избор на критерий за безопасно корабоплаване и методика за приложението му в екстремни условия.**

В глава втора се решават **втора и четвърта основни задачи**. Състои се от следните подраздели:

Раздел 2.1. Избор на критерий за безопасно корабоплаване.

Раздел 2.2. Организация на корабната служба при екстремални условия на плаване.

Раздел 2.3. Алгоритми и блок-програми “Оптимизиране на информацията при екстремални условия”

### **2.1 Избор на критерий за безопасно корабоплаване**

Безопасно е онова корабоплаване, което не застрашава описаните в определението за “безопасност на море” приоритети. Въпреки всички предприети мерки за безопасност обаче степента на риск никога не може да бъде сведена до нула. Винаги е необходимо да се извършва оценка на риска при изпълнение на всяка експлоатационна

задача по време на плаване. Степента на риска е основен критерий за безопасност на корабоплаването. А тогава когато степента на риска за първия приоритет – опазване на човешкия живот и здраве на море стане “висока”, тогава навлизаме в етапа на плаване в екстремни условия. Нека разгледаме процеса на оценка на риска за различните приоритети – елементи на безопасността на корабоплаването, но преди това да се запознаем с теоретичната основа за избор на критерий за безопасно корабоплаване.

### 2.1.1. Теория на определяне степента на риска

Рискът – това е вероятността да се реализира една или повече заплахи. Особено заплахите за живота и здравето на хората са ясно дефинирани и конкретизирани в процеса на оценка на риска. Пропускането на само на една от тях може да има фатални последици. Анализът на появяване на заплахите показва, че те се подчиняват на законите на появяване на случайните събития. Едни от тях притежават по-голяма степен на възможност на появяване – други по-малка. За да се сравнят събитията по степента на тяхната възможност е необходимо тя да се измери с някакво число. Това число се нарича **вероятност на събитието**, респективно - **вероятност на заплахата**.

Оценката на риска на море се свежда до решаване задача за определяне на вероятността за сбъждане на една или друга заплахата, която пък сама по себе си представлява случайно събитие.

Вероятността на събитието се определя по няколко начина:

- класически, който се основава на понятието “равновъзможност”;
- статистически, който се основава на честотата на появяване на събитието при голям брой изпитания;
- геометричен – чрез съпоставяне на дължини, лица и обеми;
- косвен, в основата на който лежат теореми на теория на вероятностите.

Класическият начин за определяне вероятността на събитието се основава на понятието “равновъзможност” или “равновероятност” на всички възможни резултати от дадено изпитание. Вероятността на събитието се определя по формулата  $P = M/N$ . От тази формула произтичат следните основни свойства:

1. Вероятността на събитието е положителна величина  $P(A) \geq 0$ .



2. Вероятността на достоверното събитие винаги е равна на единица  $P(A)=1$ .

3. Вероятността на невъзможното събитие е равна на нула, т.е.  $P(A)=0$ .

4. Вероятността на каквото и да е събитие се заключава между вероятността на достоверното и невъзможното събитие, т.е.

$$0 \leq P(A) \leq 1$$

5. Вероятността на събитието е безразмерна величина и може да се изрази във вид на правилна дроб, десетична дроб или в проценти.

Статистическият начин за определяне на вероятността по честотата се използва в случаите, когато интересуващите ни събития не се свеждат към система от случаи. Например, когато се говори за реализиране заплахата от сблъскване между два кораба в даден период от време не може предварително да се изчислят всички възможни и благоприятни изходи.

#### 2.1.1.1. Методика за оценяване степента на риска

За калкулиране степента на риска би могла да се използва методика, която условно можем да наречем “точкова”. За изпълнението на всяка операция на кораба свързана реализирането на определени заплахи се попълва специална форма, озаглавена “Запис по оценка на риска”. В нея се нанасят:

- видовете съществуващи опасности;
- възможните последствия;
- съществуващите мерки за контрол;
- набраните точки по горепосочените параметри;
- вероятността за реализация на заплахите изразена в точки;
- нивото на риска, съобразно изчислената в точки вероятност;
- допълнителните мерки за контрол.

Правилата за попълване на тази бланка са следните:

<AA>Описва се честотата на изпълнение на операциите:

- Веднъж или повече пъти дневно..... 5 точки
- Веднъж или повече пъти седмично..... 4 точки
- Веднъж или повече пъти месечно..... 3 точки
- Веднъж или повече пъти годишно..... 2 точки
- По-рядко от веднъж годишно..... 1 точка

<BB>Описва се броя на хората изложени на риск:

- Един човек..... 1 точка
- От 2 до 5 човека..... 2 точки

- От 6 до 10 човека..... 3 точки
  - От 10 до 20 човека..... 4 точки
  - Повече от 20 човека..... 5 точки
- <СС>Описват се съществуващите мерки за контрол:
- Отлични – има разработен подробен чек лист ..... 8 точки
  - Добри – има разработена инструкция..... 6 точки
  - Задоволителни – има рутинна процедура..... 4 точки
  - Слаби – нищо от горепосочените..... 1 точка

Вероятността на заплахата <ЕЕ> се изчислява по следната формула:

$$EE = AA \times BB / CC$$

Пример: Операцията се извършва по-рядко от веднъж годишно. Следователно: AA=1. Хората участващи в нея са трима. Следователно BB=2. Мерките за контрол са “рутинна процедура”. Следователно CC=4.

$$EE = (1 \times 2) / 4 = 0.5$$

<DD> Описват се последствията:

- леки – минимални наранявания и загуби .....1 точка
- средни – средни телесни повреди.....2 точки
- тежки – смърт, тежки телесни повреди.....3 точки

<FF> Ниво на риска. Определя се по формулата:

$$FF = DD \times EE$$

Например. Последствията са тежки. Следователно DD = 3

$$FF = 0.5 \times 3 = 1.5$$

Рискът се степенува по следния начин:

- Под 3 – нисък;
- От 3 до 8 – среден;
- От 8 до 11 – висок;
- Над 11 – екстремен.

*От тук се поставя критерият за екстремност на море. Когато степенята на риска нарасне над 11 корабът плава в екстремни условия.*

2.1.2 Оценка на риска за живота и здравето на хората на борда.

Оценката на риска в този случай извършваме по косвения метод и в зависимост от политиката на компанията по безопасност определяме степенята на риска. Оценката на риска в зависимост от методиката, която е възприела компанията може да се извършва по пет-, шест- или повече степенна скала.

### 2.1.3 Оценка на риска за кораба

Корабът при плаване в екстремни условия също е застрашен.

Заплахите, които съществуват за него се оценяват както като вероятност за реализация, така и за тежестта на последствията. Оценката на риска за кораба е също така непосредствено свързана с оценката на риска за живота и здравето на хората на борда. Ето защо степента на риска за кораба е от особена важност при плаване в екстремни условия.

Рискът за кораба се определя по косвения метод и отново се степенува съобразно приетата методика за оценка в зависимост от политиката на компанията.

### 2.1.4 Оценка на риска за активите на корабособственика.

Активите на корабособственика са всички онези атрибути намиращи се на борда, чието погубване или повреда биха причинили материални загуби за корабоплавателната компания.

*Ето защо може да се приеме, че критерий за безопасно корабоплаване може да бъде само резултатът от **цялостната оценка на риска** при плаване в екстремни условия. Ако рискът независимо как ще бъде степенуван има краен смисъл на “приемлив”, то плаването се счита оценено за безопасно.*

## **2.2 Организация на корабната служба в екстремни условия на плаване**

В екстремни условия се създава специална организация на службата на мостика и в машинно отделение така, че да се постигне максимална ефективност в борбата за безопасност на корабоплаването.

По-важна в случая е организацията на действията при един или друг вид особени обстоятелства. А когато особените обстоятелства преминават в екстремни условия тогава от изключителна важност са бързината и точността в действията на екипажа. Тук вече на помощ идва **оптимизираната навигационна информация**. На базата на получени и обработени данни капитанът взема навременно и максимално правилно решение за действие в така създадената ситуация. За подобряване организацията при учебно проиграване на екстремни условия на плаване обаче също успешно може да се използва оптимизираната навигационна информация. На подходящо разработен софтуеър би могла да се симулира ситуация на екстремно

плаване. Например плаване в щормови условия или ледова обстановка. Чрез внасяне на предварителна информация за метеорологичната и хидрологична обстановка би могло да се симулира екстремна ситуация, като в следствие да се проконтролират действията на дежурно-вахтената служба и останалите членове на екипажа на кораба.

### **2.3 Оптимизиране на информацията в екстремни условия**

Най-добър вариант за оптимизиране на навигационната информация, както и за нейното последващо използване би бил един добре структуриран програмен продукт с възможности за въвеждане на първоначални данни за обстановката на море, на базата на които се извършва *оценка на риска* и след това се взема управленско решение в зависимост от съществуващите препоръки, съгласно политиката на компанията по безопасност [105, 106, 107, 108, 116].

Програмата условно можем да наречем *“Extreme Sailing 1”*. Тя ще дава възможност да бъде доразработвана и усъвършенствана като това ще става както чрез внасяне на информация така и чрез въвеждане на нови функции.

Основни задачи на програмата ще бъдат както следва:

1. *Да дава възможност за обработка на данните добити при навигационните измервания.*
2. *Да дава възможност по въведени данни за екстремни условия на плаване да извършва оценка на рис*
3. *Да препоръчва управленско решение на базата на натрупаната оптимизирана навигационна информация.*
4. *Да изисква допълнителна информация, ако зададените добити сведения и резултати от измервания са недостатъчни.*

2.3.1 Алгоритъм за действие при отказ на дистанционното управление на курса на кораба.

2.3.2 Алгоритъм за действие при отказ на жирокомпаса и автоматичното управление на курса на кораба.

2.3.3 Алгоритъм за действие при заклиняване на руля

2.3.4 Алгоритъм на действията при загуба на ход

2.3.5 Алгоритъм на действията при “блек-аут”.

## 2.4.Изводи:

1. Екстремните условия на корабоплаване изискват навременни и точни управленски решения за избягване на трагични последствия преди всичко за живота и здравето на хората на борда, а също така и за опазване на кораба и околната среда. За изпълнение на това условие наличието на *оптимизирана навигационна информация* е важен приоритет.

2. Постигането му е част от цялостна система по безопасност и сигурност, която е създадена и трябва да бъде доразвита и усъвършенствувана не само на корабите, но и във всички останали звена на Морската Транспортна Система, каквито са пристанищата, Центровете за контрол на трафика, Спасително-координационните центрове и др.

3. Осигуряването на оптимизирана навигационна информация на борда е част от добре разработени процедури, които са неразделна част от корабната *Safety Management System* (Система за управление на безопасността и качеството).

4. Необходимо е също така оптимизацията на навигационната информация да се превърне в един постоянен процес на автоматизирана обработка на данни, като за целта се разработят специални компютърни програми.

## **ТРЕТА ГЛАВА. Синтез на автоматизираната система за оптимизиране на навигационната информация и за контрол на действията екипажа при екстремни условия**

В глава трета се решава **трета основна задача**. Тя се състои от следните раздели:

Блок схема на действие на системата  
Принципна структура на програмата *“Extreme Sailing 1”*

### **3.1. Блок-схема на системата “Extreme Sailing 1”**

Действието на автоматизираната програма за оптимизиране на навигационната информация *“Extreme Sailing 1”* се основава на принципа на обвързването на всички технически средства за управление на кораба. Създавайки връзки с жирокомпаса, оборотомера, креномера, автопилота, и радара програмата получава

информация за състоянието на най-важните параметри на управлението на кораба.

### 3.1.1 Принципна структура на програмата *“Extreme Sailing 1”*

Разделите на програмата са както показаните на таблица в глава 1-ва “Видове екстремни условия на плаване”:

1. Екстремни условия на плаване причинени от природни фактори.

2. Екстремни условия на плаване причинени от техническа неизправност.

3. Екстремни условия на плаване причинени от човешка грешка.

4. Екстремни условия на плаване причинени от умишлената дейност на криминални елементи.

Всеки едни от разделите на програмата извършва оценка на обстановката до създаване на *Situational Awareness* и препоръчва управленско решение.

За оптимизиране на навигационната информация широко приложение намират навигационните комплекси. Особена тежест в този процес се пада на Интегрираната Навигационна система.

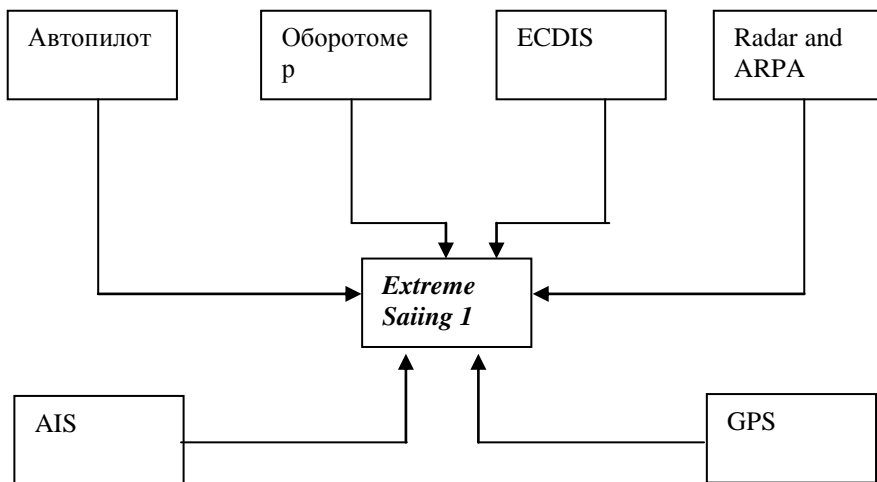
Когато говорим обаче за “навигационен комплекс” непременно трябва да посочим най-добрия образец на това понятие – Интегрираната система за управление на мостика.

За интегрираната система за управление на мостика – IBS започна усилено да се говори след 1996 година с приемането на резолюция MSC 64(67) на Комитета по безопасност. Наред с тази система през 1999 година особено популярно стана и понятието “Интегрирана навигационна система” – INS.

В съзнанието на много хора двете понятия си остават синоними и до днес. Трябва обаче да се прави разлика между тях, защото става дума за два различни навигационни комплекса. Според определението дадено в Глава V на SOLAS – 74, вече цитирано от мен Интегрираната система за управление на мостика е:

*“.....комбинация от системи, вътрешно свързани помежду си, за да бъде осигурен достъп до сензорна информация или достъп за команди/контрол от пултовете за управление с цел постигнати високо ниво на безопасност и ефикасно управление на качеството на експлоатационния процес от надежден и квалифициран персонал.”*

## 2.1.2 Блок-схема на системата “*Extreme Sailing 1*”

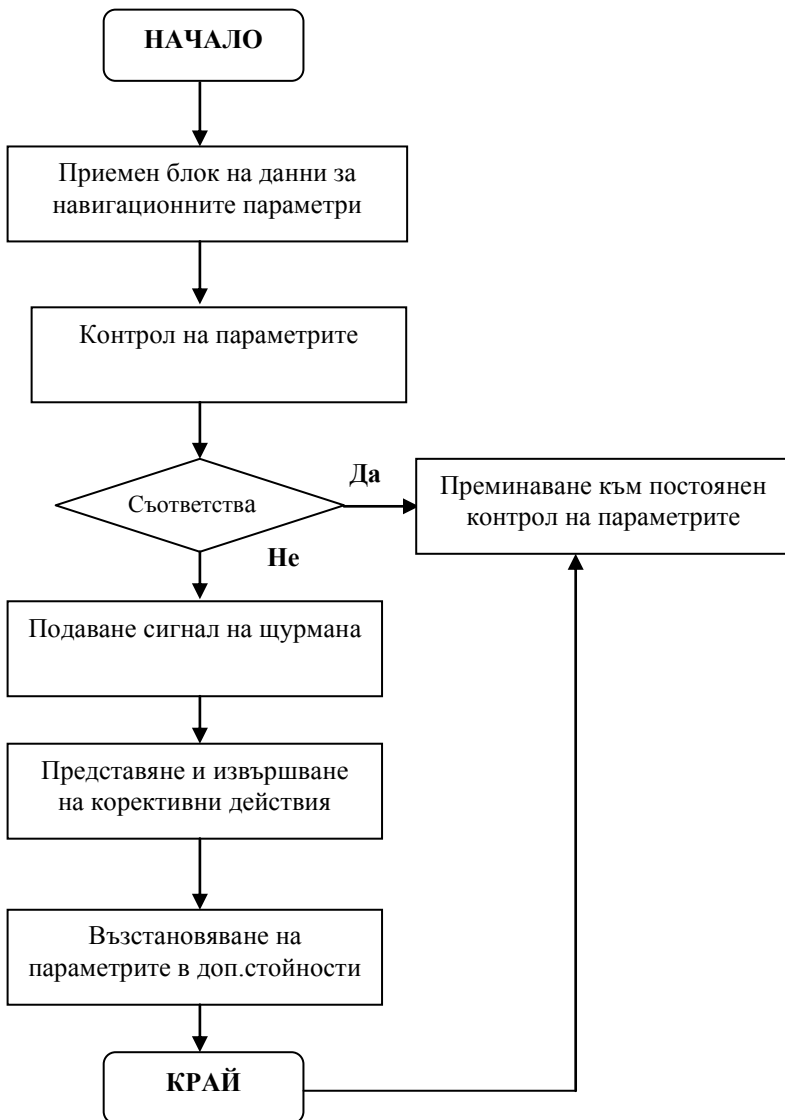


Функционална блок-схема на програмата

### 3.1.3 Блок – програма на функционалния блок на системата.

Блок-програмата на функционалния блок на системата се състои от елементи за контрол на променящите се параметри на мореходните качества на кораба както и на елементите на околната среда, оказващи значително влияние върху управлението на кораба и често явяващи се един от факторите причиняващ екстремни условия на плаване.

Функционалния блок на системата получава данни от различните навигационни системи за управление на кораба, представляващи сами по себе си навигационни комплекси – ARPA, GPS, RADAR и др. Сравнява ги с допустимите стойности на контролираните навигационни параметри и при получаване на несъответствие сигнализира на шурмана извеждайки на екрана дисплей на препоръчителните корективни действия, които той или целият екипаж трябва да предприеме за избягване на екстремна ситуация на корабоплаване. Алгоритъмът на програмата схематично може да се изобрази по следния начин:



### Действие на системата

Действието на системата се основава на контрола на параметрите на управление на кораба от навигационните прибори. Контролът се предава в програмата на компютърния блок на системата чрез сравняване стойностите на измерените параметри с предварително



зададени такива, приети да бъдат наричани “допустими стойности”. Не всички параметри на управлението обаче биха могли да бъдат измерени пряко, използвайки навигационни прибори или технически средства за корабоводене. Така например елементите на стабилитета на кораба могат да бъдат само изчислени и в последствие сравнени с допустимите стойности. Това обаче също не е пречка да бъде контролирано. Един от основните елементи на устойчивостта – метацентричната височина  $GM$  може да бъде измерена като се използва формулата за периода на клатене  $T$ .

$$T = c.B/\sqrt{GM}$$

където:

$c$  – безразмерен коефициент;

$B$  – широчината на кораба;

$GM$  - метацентричната височина

$$GM = c.B/T^2$$

Измервайки периода на клатене системата е в състояние да следи стойностите на метацентричната височина и от там да се прави извод за неговата устойчивост. Другият начин на контрол е ръчно въвеждане на данните за контрол на устойчивостта и сравняването им с допустимите стойности.

Когато стойностите на параметрите на управление са в рамките на допустимите стойности системата приема, че управлението на кораба се провежда съобразно изискванията за безопасност. Когато стойностите са извън границите на допустимите стойности системата приема, че корабът се намира в извънредна, но все още не в екстремна ситуация и изпраща сигнал към щурмана за възникналата нередност. В същото време се появява дисплей на необходимите корективни действия, които трябва той да извърши за да възстанови нормалните условия на управление на кораба.

По време на предприетите корективни действия системата продължава да следи изменението стойностите на навигационните параметри и тогава когато те достигнат границите на допустимия диапазон подава сигнал на щурмана да премине към режим на нормална експлоатация на системите и техническите средства на кораба.

Действието на системата е от особена важност в екстремни ситуации на плаване. В случаите, когато навигационните параметри на управлението се променят рязко, много често застрашавайки и

четирите приоритета на безопасността, действието на системата помага за съвременно откриване на възникналите нередности и предприемането на необходимите действия. Така например в условия на силен вятър и развълнувано море корабът изпитва силно бордово и килово клатене. Това го отклонява от предварително зададения курс, затруднява работата на рулевото устройство и много често нарушава предварително установенията стабилитет поради преместване на товар или увеличаване площта на свободните повърхности течност по кораба. Системата отчита по описаните начини тези промени и дава препоръки на командния състав да поправи възникналите несъответствия.

### **3.2 Изследване областите на контролираните параметри**

Система *“Extreme Sailing 1”* е предвидена да контролира е предвидена да контролира следните параметри:

3.2.1 Елементи на метеообстановката – вятър, течение, вълнение на морето, температура, влажност, атмосферно налягане. Някои от изброените параметри могат да бъдат следени от навигационните уреди и показанията им да бъдат предавани в системата. Какъвто е вятъра например. Показанията на анемометъра се следят директно от системата и когато стойностите му преминават 25 - 30 m/sec, по скалата на Бофорт това е *“severe storm”* един кораб с водоизместване 15 000 – 20 000 тона навлиза в екстремна ситуация на плаване. Разбира се има много фактори, които също оказват влияние на мореходните му характеристики в такава обстановка – каквато е мощността на пропульсивната му уредба, постигнатия стабилитет и др. ***Ето защо за всеки отделен кораб системата трябва да бъде специално пригодена. А с особена сила това важи за областите на контролираните параметри.***

3.2.2 Параметри на мореходност и управляемост на кораба. Тук влизат параметрите на действие на системата за управление на кораба т.е. рулевото устройство, стабилитета на кораба, както и стабилността на предварително зададените обороти. Когато корабът загуби ход, т.е. оборотите на главната машина спаднат до такива стойности, че той практически няма постъпателно движение напред, той започва да изпитва и значителна трудност при своето управление. Трудно удържа предварително зададения курс и трудно може да изпълни маневра за отклонение при разминаване. Тези параметри могат да

бъдат контролирани по показанията на навигационните уреди – рулеви аксеометър, оборотомер, креномер и др.

3.2.3 Третият тип параметри, които системата ще следи са “параметрите на живучестта”, нарушаването на които неминуемо води до екстремна ситуация. Тук информация системата получава от противопожарната сигнализация на кораба и от датчици (там където има такива) на помещения, които при определени обстоятелства биха могли да бъдат наводнени. Отново когато се получи сигнал за нарушена херметичност или за възникнал пожар системата представя на щурмана дисплей с инструкции, които той трябва да следва.

По-сложен е въпросът с непотопимостта. Някои кораби имат датчици в своите помещения, които да регистрират нахлуването на вода, но по-голямата част от корабите нямат такива устройства. Затова изменението на състоянието на водата в тези помещения трябва да се въвежда в системата ръчно и от там последната да се задейства и да дава указания на щурмана, за неговите бъдещи действия за избягване на рисковете в една екстремна ситуация.

#### 3.2.4 Програмен модел на обекта (кораба)

Системата е тествана в учебния тренажор на Български Морски Квалификационен Център със следния програмен модел на кораб:

Име на модела.....CNTNR27X  
Тип кораб.....Контейнеровоз  
Състояние на натоварване.....Под баласт

#### **Общи данни**

Водоизместване, тонове.....	27 022
Дължина между перпендикулярите, м. ....	180.00
Най-голяма дължина, м.....	181.80
Най-голяма ширина, м.....	28.80
Носово газене, м.....	9.00
Кърмово газене, м.....	9.00
Блок коефициент.....	0.651
Инерционен радиус, x Lpp.....	22.24
Скорост на преден ход, въз.....	20.6
Скорост на заден ход, въз.....	11.0

#### **3.3. Изводи:**

1. Програмата “*Extreme Sailing 1*” е свързана с всички технически средства за корабоводене, както и с всички налични

средства за контрол на параметрите на мореходните характеристики на кораба.

2. За онези параметри, за които не могат да се получат стойности от техническите средства е предвидено въвеждането им в програмата ръчно, като отново системата ги пресява през блока си за контрол на параметрите в допустими граници.

3. Действието на програмата в екстремни условия на плаване дава възможност на вахтения шурман на база на подадената **оптимизирана информация** да взема правилни решения при възникнал един или друг проблем след получаване на инструкции от нея.

4. Програмата **“Extreme Sailing 1”** трябва да се пренастройва за всеки кораб поотделно в зависимост от допустимите стойности на навигационните характеристики, извън които корабът изпада в екстремни условия на плаване.

## **ЧЕТВЪРТА ГЛАВА. Експериментално изследване на системата**

В глава четвърта се решава **пета основна задача**. Тя съдържа следните раздели: Програмно моделиране на екстремни условия. Методика за провеждане и оценяване резултатите от експеримента.

### **4.1. Програмно моделиране на екстремни условия**

Моделирането на екстремните условия на плаване бе извършено на учебния тренажор на Български Морски Квалификационен Център – Варна. Учебният тренажор е марка “Kronsberg” и работи с програмни продукти разработени от лицензирани софтуеърни компании, като “Трансглоуб” например. Моделирането на екстремни ситуации бе извършено чрез предварително задаване основната програма на използвания обект (кораб) на:

а/метео-обстановка;

б/повреда на рулевото устройство;

в/излизане от предварително зададен задължителен фарватер, поради човешка грешка;

г/нападение на бързоходен малък съд, наподобяващ пиратски катер.

## 4.2 Методика за провеждане и оценяване резултатите от експеримента

Методиката, която използвах при провеждане на експеримента с изпитването на програма *“Extreme Sailing 1”* се основава изцяло на правилата за управление на кораба в екстремни условия на плаване.

Действията на корабоводителя в такива ситуации трябва да бъдат максимално автоматизирани и вземането на управленски решения да бъде изпълнявано без забавяне. Ето защо процесът на информационно осигуряване, анализът на обстановката и даване на необходимите разпореждания би трябвало да се извършва по проверен в практиката алгоритъм. Разработването на алгоритми за реагиране при всяка една ситуация на корабоводене в екстремни условия е сложно, а и не винаги полезно, тъй като в такива случаи шурманите трябва да показват развитото у тях чувство за професионално творчество, но представянето на примерни процедури за изпълнение в четирите основни случая на *управление на кораба в екстремни условия* е необходимо и е предмет на тази глава.

*Управлението на кораба в екстремни условия е процес на:*

*1. Непрекъснат мониторинг на:*

- мореходните характеристики на кораба;
- на техническите характеристики на кораба;
- на географското положение на кораба;
- на състоянието на околната среда на плаване.

*2. На извършване на анализ на обстановката и оценка на риска.*

*3. На вземане на управленски решения.*

*4. На контрол на тяхното изпълнение.*

Формулирането на тази дефиниция за *управление на кораба в екстремни условия*, считам необходимо за по-нататъшната разработка на алгоритми за плаване. Съществен елемент в този процес е *информационното осигуряване*. То се провежда по определен ред, отбелязвайки натрупаните сведения в корабните журналы. Източниците на информация на кораба са разнообразни и те се използват в зависимост от тяхната прецизност и надеждност. Поинтересен е етапът на оптимизация на събраната информация. Той включва следните подетапи:

- разчети;
- анализи;

- изводи.

Например при извършването на навигационни измервания извършваме разчети на измерените навигационни параметри, коригирайки ги с необходимите поправки, извършваме анализ на получените резултати, отстранявайки грубите грешки в измерванията и неутрализирайки систематическите и случайните грешки, доколкото е възможно и накрая правим изводи за обсервованата позиция на кораба, оценявайки нейната точност. В края на този процес получаваме *оптимизирана навигационна информация*, която по-нататък ще използваме в процеса на управление на кораба в екстремни условия. По този начин *оптимизираната навигационна информация* става част от Системата за управление на безопасността и качеството (*Safety Management System*) в дадена корабна компания.

### 4.3 Изводи:

1. Управлението на кораба в екстремни условия е висша форма на изпитание на квалифицираните морски кадри. То обединява прилагането в практиката на теоретичната подготовка, натрупаният опит и творческия професионализъм на щурмана.

2. Разработването на *Система за управление на кораба в екстремни условия (Extreme Sailing Safety Management System)*, като част от СУБК (*Safety Management System*) е не само полезно, но и необходимо за всяка корабоплавателна компания. Ако в този ред на мисли развием тази идея ще стигнем неминуемо до извода, че подобна система не може да бъде само изолиран елемент на Системата за управление безопасността и качеството единствено на корабите. В нея би трябвало да се включат и останалите звена от Морската транспортна система – пристанища, центрове за контрол на трафика, спасително-координационни центрове и т.н.

3. Основна роля в тази система се отделя на *навигационната информация*, представена и ползвана в *оптимизиран вид*. Разбира се за оптимизацията на навигационната информация ще бъдат разработени необходимите стандарти. Навигационната информация ще залегне и като основа за разработка на стандартна методика за оценка на риска при корабоплаване в екстремни условия.

4. Програмата *“Extreme Sailing1”* може да бъде използвана за управление на кораба в екстремни условия на плаване.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ. ОБЩИ ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ.

Управлението на кораба в екстремни условия по своята същност е процес на управление на безопасността на море. Поради спецификата на съществуващите обаче в този случай заплахи общата Система за безопасност не е достатъчна за качествено изпълнение на експлоатационните задачи. Ето защо предлагам корабоплавателните компании да разработят като част от Системата за управление на безопасността и качеството на **Система за управление на кораба в екстремни условия**, както вече споменах в предната глава. Разбира се предложението за цялостна разработка на такава система не е задача на тази дисертация, затова ще набележа основните ѝ елементи и ще спра вниманието си върху **оптимизацията на навигационната информация**.

Системата за управление на кораба в екстремни условия трябва да има пирамидална структура. Тя би трябвало да включва:

- политика на компанията за управление на кораба в екстремни условия;
- разработени методики за оценка на риска;
- разработени процедури, инструкции, заповеди и чек-листи за вземане на управленски решения и контрол на тяхното изпълнение;
- разработени процедури за комуникации с бреговите служби по СУБК и най-вече с назначеното лице на брега.

На всички нива на тази системна структура навигационната информация играе основна роля в разработените процедури. И разбира се нейното използване трябва да става в **оптимален обем**. Процесът на оптимизация на навигационната информация може да протича, ако има разработени стандарти за нейното оптимално количество на даден етап на Системата за управление на кораба в екстремни условия. Създаването на стандарти за оптимизацията на навигационната информация е сложен процес и той във всички случаи трябва да се основава на натрупан статистически материал. Трябва ясно да се формулира информационната необходимост в различните видове екстремни условия на плаване, като определено се посочи и кои данни се нуждаят от непрекъснато осъвременяване.

Оптимизацията на навигационната информация би трябвало да се извършва по пътя на **автоматизацията**. Не е възможно в екстремни

условия на плаване жизнено необходими данни да се събират от печатни навигационни пособия, временни известия или ненадеждни измервания. Пътят на тази автоматизация трябва да бъде посочен от самата ***Emergency Sailing Safety Management System***. За тази цел широко приложение намират ***корабните навигационни комплекси***. Разработването на необходимия софтуер е задача, която може да бъде изпълнена при реализация на работен проект. Програмата ***“Extreme Sailing 1”*** е само малка част от този софтуер, който ще изведе борбата за безопасност в корабоплаването на едно ново качествено ниво. И сега има разработени програми както в ECDIS така и в хардуера на командния състав, от където голяма част от необходимата информация за изпълнение на процедурите от предложената Система за управление на кораба в екстремни ситуации може да бъде получена, но нейното по-нататъшно използване изисква анализ, оценка и осъвременяване от останалите източници на информация, както е показано в алгоритмите от предходната глава. Една наистина ***оптимизирана навигационна информация*** би трябвало да се събере в една специална програма, която от своя страна да стане елемент на ***Integrated Bridge System – IBS*** (Интегрираната система за управление на мостика).

В тази програма да бъдат заложени данни за:

- текущото обсервовано място на кораба;
- мореходните характеристики на кораба;
- техническите характеристики на кораба;
- състоянието на околната среда на плаване.

За изпълнението на тези изисквания програмата трябва да стане своеобразен дисплей на навигационните комплекси, но нейната реализация не е невъзможна. Предимствата и недостатъците и могат да бъдат маркирани само в практическото и приложение. Нейното създаване обаче е задача на професионалните програмисти.

По-важното обаче е създаването на предложената ***Extreme Sailing Safety Management System***, която ще постави изискванията пред съпътстващия софтуер. И необходимостта от нейното разработване и регламентираното и внедряване във функционалните задължения на корабните офицери е задача на тази дисертация.



### III. НАУЧНА ЗНАЧИМОСТ И НОВОСТ

#### - Научно-приложен принос

Разработената методика за оценка на риска на море представлява научно-приложен принос за подобряване безопасността на корабоплаването.

#### - Приложен принос

Дефинирането на понятията „безопасност на корабоплаването”, „естремни условия на плаване” и тяхната класификация, както и понятието „навигационна информация” считам, че ще намерят приложение в добрата морска практика.

Обоснованите предложения за разработване на програмен продукт – *Extreme Sailing 1*, както и на системата за управление на безопасността в екстремни условия на корабоплаване – *Extreme Sailing Safety Management System* са новост за българската морска наука.

## **IV. ПУБЛИКАЦИИ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД**

Резултатите от дисертационния труд са публикувани в следните статии и доклади:

### **I. Публикации:**

1. К.д.п. инж. Георги Гилев, 2003, GMDSS за вахтени помощник-капитани, Варна сп. Морска мисъл кн.1, стр. 164

2. К.д.п. инж. Георги Гилев, 2003, Съвременни изисквания за корабоплаване в разтрошен лед в затворени морета, Ст. Загора, Научна конференция с международно участие, 2003, том II, стр. 433.

3. К.д.п. инж. Георги Гилев, 2006, Корабоводене в условия на развълнувано море, Варна, ВВМУ, Морски научен форум 2006, том II, стр. 189.

4. К.д.п. инж. Георги Гилев – Безопасността в корабоплаването и борбата за нейното постигане.” ИК „Геа-Принт”, Варна, 2012г. ISBN 978-954-9430-85-1

5. К.д.п. инж. Георги Гилев – Интегрираната система за управление на мостика и нейната роля за безопасността на корабоплаването.” ИК „Геа-Принт”, Варна, 2012г. ISBN 978-954-9430-85-1

### **II. Научни доклади:**

Национална конференция на тема: Предизвикателствата пред българските пристанища в периода на присъединяване на Република България към Европейския съюз, Варна, 2004г.

1. ISPS Code и неговото въвеждане в сила в пристанищата за обществен транспорт с национално значение на Република България.