

МИНИМИЗАЦИЯ НА РИСКА ПРИ ЕКСПЛОАТАЦИЯ НА КОРАБИ С ОГРАНИЧЕН И СМЕСЕН РАЙОН НА ПЛАВАНЕ

Проф. д-тн. инж. Асен Недев

ВВМУ, Варна

д-р Росен Атанасов

фирма Stargate Maritime LTD

гл. ас. инж. Али Чакър

Варненски Свободен Университет

***Абстракт:** В статията са разгледани общите принципи на конструиране на концепцията за формализирана оценка на сигурността и нейното прилагане в системата за управление на риска. Описани са основните рискове на борда на кораба като са представени теоретичните основи на оценката на риска. Обобщена и анализирана е база от данни като е направено класифициране на аварията и аварийните ситуации, според степента на въздействието им върху хората, околната среда и техническите средства.*

***Ключови думи:** оценка на сигурност, система за управление, риск, аварии;*

RISK MINIMIZATION IN THE OPERATION OF SHIPS WITH LIMITED AND MIXED NAVIGATION AREA

Prof. dts. eng. Asen Nedev

Higher Naval Academy, Varna

Dr. Rosen Atanasov

Stargate Maritime LTD

sen. assist. eng. Ali Chakar

Varna Free University

Abstract: *The article discusses the general principles of constructing the concept of formalized security assessment and its application in the risk management system. The main risks on board the ship are described and the theoretical foundations of the risk assessment are presented. A database has been summarized and analyzed, and the classification of accidents and emergency situations has been made according to the degree of their impact on people, the environment and technical means.*

Key words: *security assessment, management system, risk, accidents;*

Въведение

Рискът е мярка за вероятността от настъпване на конкретно нежелано събитие и тежестта на неговите нежелани последици или загуби. Той е комбинацията от вероятността за настъпване на опасно (нежелано) събитие и тежестта на негативните последици или загуби от него (нараняване, вреда на околната среда или други нежелани последици). Рискът има два елемента: 1) вероятността опасността да се случи; 2) последициите от опасното събитие. Трите основни риска на борда на кораба са: а) риск за здравето и безопасността-

последствията са наранявания или смъртни случаи; б) риск за околната среда- последствието е замърсяване; в) риск за кораба и експлоатацията- последствията са повредено оборудване, повреден товар, излизане извън експлоатация.

Планирането на формализираната оценка за безопасността на кораба (ФОБ) предполага провеждането на сериозни изследвания за експлоатационната надеждност, започващи със събирането на данни за аварията и катастрофите, идентификация и ранжиране на опасностите, по избран надеждностен и икономически показател, на основата на които може да бъде направена оценката на риска.

ТЕОРЕТИЧНИ ОСНОВИ

При оценка на риска от произшествие или катастрофа, изхождаме от известната в литературата зависимост [3,7,10]:

$$R=P.C$$

(1)

където:

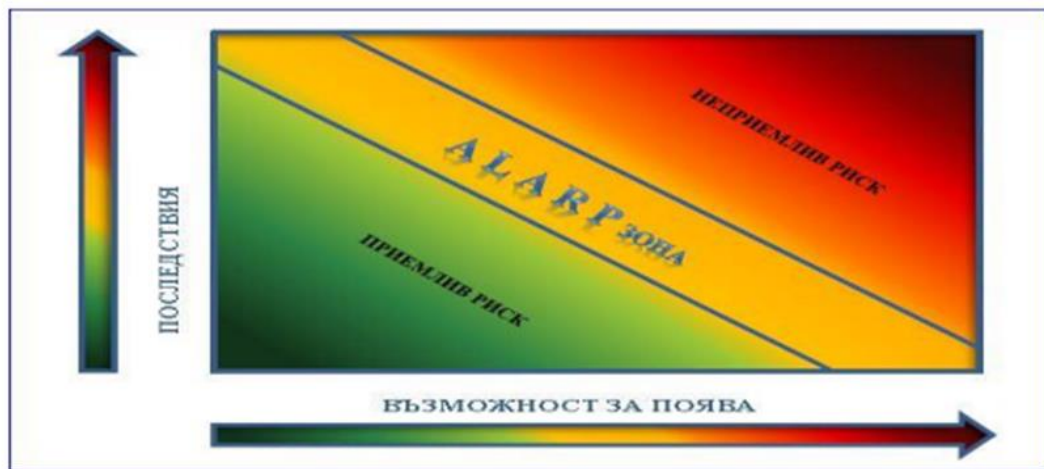
P-вероятност за настъпване на събитието (катастрофа)

C-стойност на последиците от настъпилото събитие

На базата на уравнение (1) при известни стойности на загубите (C) и вероятността (P) се пристъпва към оценка на риска по методика за „анализ на риска чрез матрицата на последствията и възможностите“ [3,7].

За прилагането на тази методика е необходимо въвеждането на дискретни мерки на стойностите на загубите и вероятностите. При оценка на функцията на загубите се отчитат тежестите на въздействията върху екипажа, околната среда и техническото средство [2,5,8,9]. Що се отнася до стойностите на функцията на възможностите, тук могат да се използват функции или плътности на

разпределение или дискретни стойности на вероятностите за настъпване [4,5,6]. След табулирането на P и C (например по петобални скали) се построява матрицата на последствията и възможностите (фиг.1). В нея се прилага концепцията „рискът да е толкова нисък, колкото това е разумно приложимо“, известна в теорията на изследване на операцията с абривиатурата ALARP (минимално допустимо практическо ниво на риска) [3,4].



Фиг. 1 Принцип ALARP за категоризиране на риска

На матрицата за количествена оценка на риска са посочени три зони:

- Зона на недопустимо високи стойности на риска (разположена горе в дясно на матрицата). При попадане на оценката в тази зона трябва да се приложат всички възможни технологични и организационни мерки, за да се изведе състоянието от тази зона;
- Зона на приемливо ниски стойности на риска (разположена долу в ляво);
- Междинна зона, при която е възможно функционирането на кораба, но при внимателно наблюдение и анализ на ползите и загубите при експлоатация (зона ALARP).

Принципът на управлението на риска „толкова ниско доколкото е разумно приложимо (ALARP)“ се прилага, за да отрази ситуациите, в които част от рисковете могат да се толерират само ако приложенията към тях мерки за контрол осигуряват намаление на риска до нива в зоната на ALARP и нивата на тези рискове не могат да се намалят повече без приемане на управляващо решение.

Наблюдаваните аварийни произшествия (в разглежданите плавателни съдове) са взети основно от докладите за безопасността на корабите и за чистотата на околната среда, изготвени от компанията - управляваща корабите, за периода 2000-2008 година. Когато е било необходимо да се установят и някои първопричини са ползвани данни и от предходни години (до 1988 г.). При набирането на данните за аварийните произшествия имахме предвид факта, че информацията за аварията рядко бива изчерпателна, а понякога дори отсъства. За набирането на необходимата априорна информация са ползвани и други документални източници: вахтени журналы, машинни дневници, отчети от измерванията на остатъчните дебелини в корпуса, измервания на баластните танкове, трюмни и сантинни кладенци, хронологични описи на аварийните ситуации и катастрофи [1,2,5] .

ПРАКТИЧЕСКО ПРИЛАГАНЕ

При набирането и подреждането на масивите от данни се обръщаше сериозно внимание на:

- износванията и деформациите на корпуса, както и всички възможни дефекти, натрупани в процеса на експлоатация;
- причините, честотата и последствията, при големите повреди и разрушенията на корпусните конструкции.

След първоначалната обработка на данните е направено класифициране на аварията и аварийните ситуации, според степента на въздействието им върху хората, околната среда и техническите средства (табл.1). В първата колона на тази таблица са посочени коефициентите С_ј, показващи тежестите на последствията по петобална скала, а във втората, броят на възникналите произшествия и катастрофи през изследвания период.

Аварии и аварийни ситуации в КСОРП според идентификацията им във фирмата – корабособственик

Таблица 1

Ниво на получените последствия С _ј	Брой на разглежданите произшествия и катастрофи	Характеристика (степен) на повредата		
		Въздействие върху хората	Въздействие върху околната среда	Повреди в техническите средства
1 - Незначително произшествие	51	Няма	Няма	1- Нищожно
2 - Произшествие	14	Леки телесни повреди	Нищожно	2 - Незначително
3 - Авария	2	Сериозни необратими телесни повреди	Съществено	3 - Сериозно
4 - Сериозна авария	2	Загуба на човешки живот	Критическо	4 - Значително
5 - Катастрофа	2	Много човешки жертви	Катастрофално	5 - Гибел на кораба

В таблица 2 е направено специфициране на идентифицираните опасности в КОСРП, в три групи:

- Опасности, свързани с техническото състояние на корпуса, машините, механизмите и системите на кораба (9 вида).
- Опасности свързани с нарушени технологии за превоз на товарите (4 вида).
- Опасности, свързани с дейността на корабособственика, бреговите операционни звена и екипажа (9 вида).

За специфицираните опасности, подредени в съответни масиви, са пресметнати основните надеждностни показатели с помощта на методиката, представена в [1,4,5,6].

Интерес за нашето изследване представляваха функциите на разпределение и плътностите на разпределение на аварияте и катастрофите – честотите $F(X) = P(x \leq X)$, за определения период на наблюдение. Тези честоти, пресмятани по уравнение (2) (за аварияте и за катастрофите) са посочени в последните две колони на таблицата за идентифицираните опасности – в проценти (%). Общата честота, за възникването на опасностите, във всички изследвани случаи, може да се определи (при аварияте) както следва:

$$F_{ав} = \frac{N_{ав}}{N_i} \cdot 100$$

(2)

където:

N_i – брой произшествия, където е имала място i -тата опасност;

$N_{ав}$ – представлява брой на аварияте.

**Идентифицирани опасности в КСОРП според идентификацията им
във фирмата – корабособственик**

Таблица 2

№	Наименование на опасността	F ав. [%]	F кат. [%]
1	2	3	4
1.	Опасности свързани с техническото състояние на корпуса, машините, механизмите и системите в кораба	83	87
1.1.	Несъответствие на технологиите, нивото на качеството и допустимите дефекти в речното корабостроене - спрямо изискванията на морската експлоатация	69	78
1.2.	Течове на вода във външната обшивка, настила на второто дъно, обшивката на втория борт, напречните прегради и стените на цистерните	34	61
1.3.	Технологични нарушения - при изпълнението на ремонтни и модернизационни работи	39	35
1.4.	Пропуснати дефекти при дефектацията на корпуса	24	35
1.5.	Проектански недостатъци	23	39
1.6.	Излизане от строя на: главен двигател; гребен вал; гребен винт, обесточване на кораба.	13	17
1.7.	Голям обем на замените в корпусните конструкции, при ремонтни операции	19	13
1.8.	Неизпълнени изисквания по Международната Конвенция за товарната марка; люкови закрития, комингси, врати, прегради вентилационни и др. отвори във водонепроницаемия корпус	32	61
1.9.	Удиферентовка за оглед на винта, балера и руля	1	-
2.	Опасности свързани с нарушени технологии за превоз на товарите	72	78
2.1.	Превоз на метални отпадъци (скраб)	25	48
2.2.	Превоз на взривоопасни товари	3	9

2.3.	Товароразтоварни операции с използването на грайфери, тежкотоварни устройства и булдозери	65	65
2.4.	Нарушения на товарноразтоварните операции в порта, товарните инструкции и инструкциите за укрепване на товарите	7	4
3.	Опасности, свързани с действията на корабособственика, бреговите операционни звена и екипажа	78	98
3.1.	Баласировка, несъответстваща на товарните инструкции	8	9
3.2.	Съзнателно нарушаване на ограниченията по района и сезона на плаване	32	35
3.3.	Засядания на плитчини и обледяване	11	9
3.4.	Навигационни грешки	20	13
3.5.	Контактуване с ледове, кейови стени и шлюзове	15	22
3.6.	Смяна баласта в морето	3	9
3.7.	Грешки в прогнозата	31	52
3.8.	Претоварване на кораба	7	17
3.9.	Смяна на корабособственика	14	65

Въз основа на събраните дотук данни (които продължават текущо да се допълват) са построени и началните матрици на риска в КОСРП, представени в Таблица 3 [1,2,4,5].

Формална оценка на риска

Таблица 3

Опасност, означение	Всички случаи			Катастрофи		
	P	C	R	P	C	R
1.1.	4	1,1	4,4	4	1,9	7,6
1.2.	2	2,4	4,8	4	3,5	14
1.3.	2	1,6	3,2	2	3	6
1.4.	2	1,8	3,6	2	2,6	5,2
1.5.	2	1,9	3,8	2	2,7	5,4
1.6.	1	1,6	1,6	1	3	3
1.7.	1	1,2	1,2	1	2,1	2,1
1.8.	2	3	6	4	4	16
1.9.	1	0,7	0,7	-	-	-
2.1.	2	2,1	4,2	3	2,6	7,8
2.2.	1	5	5	1	5	5
2.3.	4	1	4	4	2,1	8,4
2.4.	1	3,2	3,2	1	3,3	3,3
3.1.	1	1,9	1,9	1	3,1	3,1
3.2.	2	2,4	4,8	2	4,5	9
3.3.	1	2,3	2,3	1	4,5	4,5
3.4.	1	1,7	1,7	1	3,2	3,2
3.5.	1	1,2	1,2	2	1,7	3,4
3.6.	1	1,5	1,5	1	3,3	3,3
3.7.	2	2,5	5	3	4,1	12,3
3.8.	1	3,5	3,5	1	4,2	4,2
3.9.	3	1,3	3,9	4	2	8

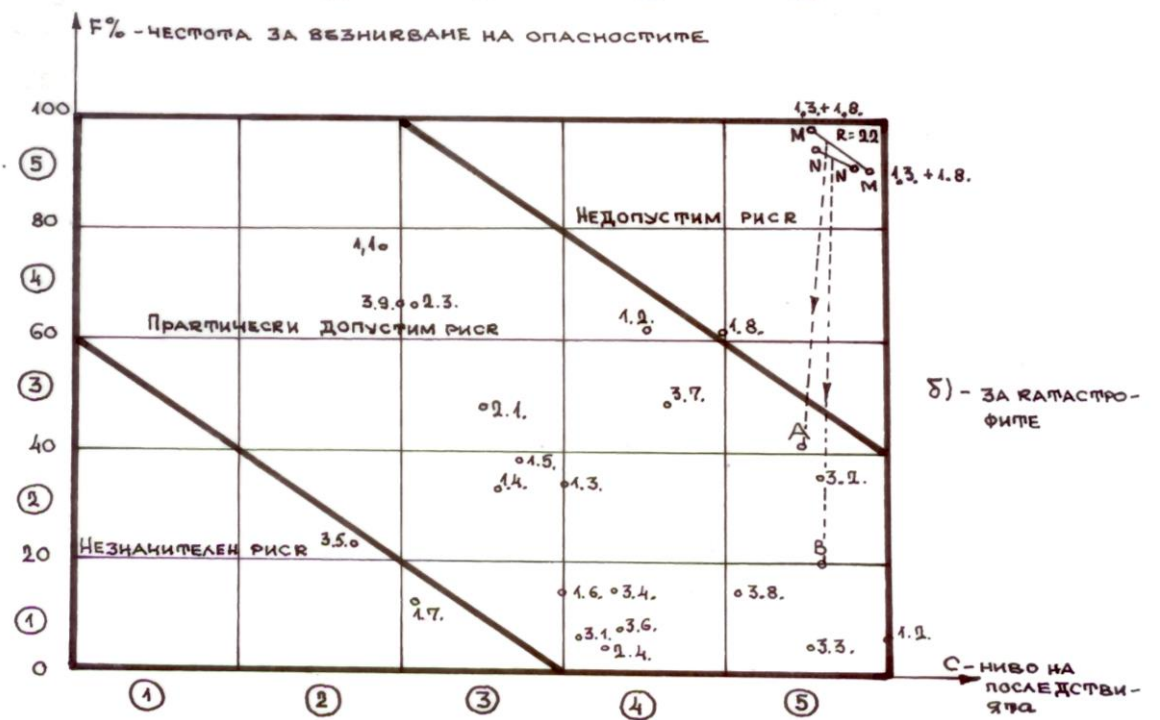
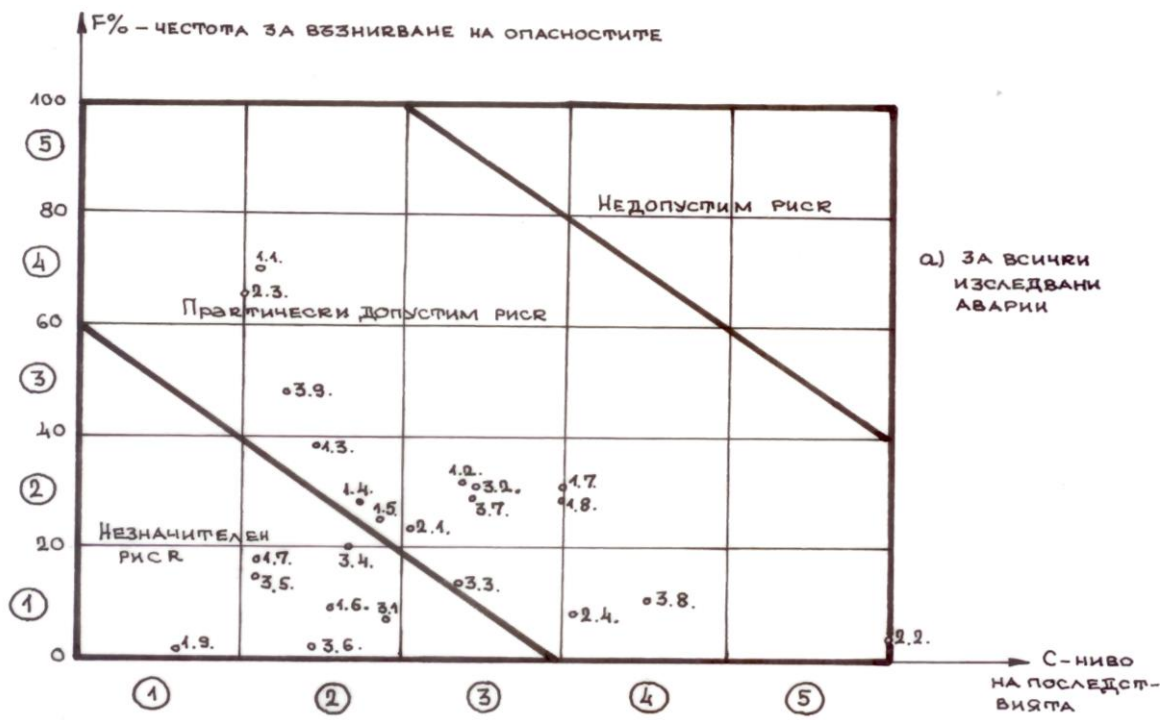
На тази база са съставени работни диаграми за определяне на стойността на риска за конкретните значения на Р и С при аварии (фиг.1.а) и при катастрофи (фиг. 1.б). Според тежестта на риска диаграмите са разделени на три области: *недопустим риск, практически допустим риск и незначителен риск.*

Попадането на конкретна ситуация (група опасности) като точка, в зоната на недопустимия риск, изисква незабавно провеждане на конкретни организационни и модернизационни мероприятия за излизане на изобразяваната точка извън тази зона.

Въз основа на разположението на точките в двете диаграми на фиг. 1.а, и 1.б можем да предприемем конкретни мерки с цел преход - от недопустим към практически допустим риск, или преминаване от практически допустим – към минимален риск. При това ще се получат изменения в F(%) и величината С.

Съобразно политиката на Компанията и препоръките на Класификационните организации, сме показали и конкретни решения на опасности: 1.2. ; 1.3. ; 1.4. ; 1.7. ; 2.1.; 2.3.; и 2.4. Старите и новите попадения са свързани чрез линия със стрелка.

В два от обследваните кораби на компанията бяха забелязани два случая, които наложиха незабавна намеса с приемането на конкретни действия.



Фиг. 1

Първи случай – свързан е с техническото състояние на корпуса. Става въпрос за опасности, появили се в едно и също време. Получава се следната картина:

- Опасност 1.3. Технологични нарушения при изпълнението на ремонтни и модернизационни работи – таблица 3, катастрофи. Обобщеното условно ниво на риска – R , представляващ произведението между условната вероятност за възникване на опасността – P и нейните условни последици за обекта – C , възлиза на 6.

- Опасност 1.8. Неизпълнени изисквания по Международната Конвенция за товарна марка 1966 г. (люкови закрития, прегради, комингси, въздушни и др. отверстия по водонепроницаемия корпус) - таблица 3. катастрофи. Обобщеното условно ниво на риска – R , представляващ произведението между условната вероятност за възникване на опасността – P и нейните условни последици за обекта – C , възлиза на 16.

- Сумарното ниво на риска по 1.3 и 1.8. възлиза на 22. На практика се стига до линията MM ($R=22$) – неизпълнени изисквания по МК СОЛАС 66 и некачествени ремонтни операции по бордовете (нарушена водонепроницаемост и течове на вода).

- Взема се решението, при ремонта, да се приведе плавателния съд, в съответствие с конвенцията и да се сменят дефектните участъци ламарина, по корпуса.

- След реализацията на решението се е получило намаление $F_{кат}$ [%] до стойност 42. Поради вложените разходи, величината C получава стойност=4,5. P се получава=3, а $R=13,5$. Ситуацията се характеризира с точка **A**, разположена в зоната на практически допустимия риск – фиг.1. а, б. Стойностите на C и $F_{кат}$ [%] са по експертни оценки, според данни от практиката.

Втори случай – произтича от опасностите, свързани с действията на корабособственика, бреговите оператори и екипажа. Характеристиката на ситуацията е следната:

- Опасност 3.2. Съзнателни нарушения на установените ограничения по райони и сезони на плаване – таблица 3. катастрофи. Обобщеното условно ниво на риска R , представляващ произведението между условната вероятност за възникване на опасността – P и нейните условни последици за обекта – C , възлиза на 9, поради несъобразен район на плаване.

- Опасност 3.7. Грешна прогноза – таблица 3. Условното ниво на риска R е 12,3, не е вярна прогнозата за метеорологичните условия.

- Сумарното ниво на риска (по 3.2 и 3.7) става 21.3. на практика се стига до линията NN ($R=21,3$).

- Взема се решение за търсене на верни прогнози по Сателити и Метеорологични центрове), със строга и достоверна корекция на курс и район на плаване.

- След изпълнението на решението $F_{кат}$ [%] пада до 20%. Поради невлагане на средства C се запазва на 4,5, P става единица, а R възлиза на 4,5. Ситуацията се маркира от точка **В**, на (фигура 1. б). Отново се ползват експертни оценки, въз основа на данните от морската практика и експлоатация.

Този случай по външни белези и големина на риска от катастрофа е доста близък до ситуацията със засядането на един кораб от същата категория и серия в скалите край Камен бряг. Съществува твърде голяма вероятност за възникване на опасностите 3.2 и 3.7 включени в модела на риска получен през 2012г., публикуван е източник [1] и реалната ситуация през 2021г. Разбира се не се изключват и технически или технологични причини, които биха могли да бъдат установени в съответните корабни документи, ако те са налични.

Заключение:

Въз основа на извършените изследвания и дейности, могат да се направят следните по-важни изводи и обобщения:

- Най-голямата опасност за КОСРП, представлява недостатъчното им съответствие с Международната Конвенция за товарната марка 1966 г. Отнася се най-вече до състоянието и конструкцията на люковите закрития, комингси, водонепроницаеми врати и прегради, вентилационни и други отвори във водонепроницаемия корпус (опасност 1.8). Съществуващото ниво на риска, по нея, се отнася към недопустимото.

- Опасностите 1.2. (свързани с фактическото осигуряване на непроницаемостта в корпусните конструкции) и 2.1. (превозът на скраб), имат достатъчно високо формално ниво на риска, по честота и последствия. Рискът се намира в пределите на практически минимално допустимото рисково ниво (МДРН).

- Опасностите 1.1. (несъответствието на технологията за речно корабостроене) и 2.3. (прилагане, използване на грайфери) и 3.9. (смяна на корабособственика, имат практически минимално допустим риск, поради високата честота на възникване.

- Опасностите 3.2. (нарушение на ограниченията) и 3.7. (грешка в прогнозите за времето) се отнасят към МДРН, поради тежестта на последствията.

- Опасностите, отнесени към недопустимия риск, изискват процедура по намаление на риска, и адекватен техно-икономически анализ, независимо от факта, колко средства ще се изразходват. Ако, необходимите парични средства са много, например - смяна на люковите закрития с нови «конвенционални», след техно-икономическия анализ се приема решение за по-нататъшната съдба на кораба.

- Когато се решава задачата по управлението на риска, за опасност 1.8., необходимите мерки са в сферата на организационно-техническите мероприятия – стадий «Прекласификация и освидетелстване на КОСРП (укрепване или смяна на люковите закрития, увеличение на височината на комингсите, качеството на водонепроницаемите врати и прегради, въздушните и др. отвори – всичко в съответствие с МК-1966 г.).

- Кардиналното решение за надеждност и безопасност на КОСРП, се състои в осигуряването на системен подход във всички стадии от жизнения цикъл на плавателния съд (проектиране, строителство, експлоатация, освидетелстване, ремонт и модернизация).

В указаното направление, по никакъв повод, не бива да се изключват и факторите, от рода на: условия за експлоатация, превозвани товари, товаро-разтоварни средства, габаритни ограничения във водните пътища и пристанища, ледови условия на плаване.

Литература

1. Димитракиев, Д., А. Недев, С.Кръстева – Международни транспортни системи – ИК Ларгосити ООД, 2013, стр.404, ISBN 978-619-7026-07-8

2. Димитрова В. Апаратни и програмни средства за оценка на състоянието в пристанищата и морските акватории. Дисертация 2007 г. Варна.

3. Доклад за методика и количествена оценка на риска по проект „Количествена оценка на риска и подобряване на ефективността на българските пристанища за обществен транспорт с национално значение.“

4. Егоров Г.В. Проектирование судов на основании теории риска. “Судостроение“. С.П.2007.383 с.

5. Недев, А, В. Димов, Д. Кънев, Г. Генадиев, В. Наумов, Д. Камберов, Надеждност и диагностика на топлоенергетичните и транспортни машини, Варна : Малео 63, 2005, 413 с., ISBN 954-9331-09-1

6. Недев А., Бакалова М., Антонов Г. и др Разпознаване на образи и оптимално стохастическо управление (кн.ІІ) „Геа-Принт“. Варна 2012 г. 376 с.

7. BDS ISO 31000: 2011. Risk management. Principles and guidelines (Оригинално заглавие: БДС ISO 31000:2011 Управление на риска. Принципи и указания)

8. BDS EN ISO 9001: 2015. Quality management systems. Requirements (Оригинално заглавие: БДС EN ISO 9001:2015 Системи за управление на качеството. Изисквания)

9. BDS EN ISO 14001: 2015. Environmental management systems. Application guidance requirements (Оригинално заглавие: БДС EN ISO 14001:2015 Системи за управление по отношение на околната среда. Изисквания с указания за прилагане)

10. BDS EN 31010: 2010. Risk management. Risk assessment methods (Оригинално заглавие: БДС EN 31010:2010 Управление на риска. Методи за оценяване на риска)