

## ПРОЦЕДУРИ ЗА ПОВИШАВАНЕ НА БЕЗОПАСНОСТТА В КОРАБОПЛАВАТЕЛНИТЕ ДЕЙНОСТИ

Димитър Димитракиев, Венцислав Станков, Кристиана Атанасова  
ВВМУ "Н. Й. Вапцаров", Варна

## PROCEDURES FOR IMPROVING SAFETY IN THE SHIPPING ACTIVITIES

Dimitar Dimitrakiev, Vencislav Stankov, Christiana Atanasova  
Nikola Vaptsarov Naval Academy, Varna

**Abstract:** *The article deals with aspects of safety of navigation in the context of risk assessment for the occurrence of emergency and introduces tools to manage and reduce the risk. The importance of the human factor in the management and decision-making through the improvement of practical skills using simulators is underlined. Emphasis is placed on the importance of established procedures detailing actions in different situations. It underlines the necessity of access to relevant information regarding risk assessment.*

**Key words:** *maritime safety, intensity of shipping, traffic density, risk assessment, emergency, simulation, operational planning.*

## 1. ВЪВЕДЕНИЕ

Въпросите, свързани с безопасност и сигурност в морския транспорт, са особено актуални през последните години. [7, 8]

Добре известен факт е, че плаващите предимно в крайбрежни води кораби са по-уязвими на определени типове аварии в сравнение с корабите, плаващи в открито море по основните маршрути за морски превози. Непрекъснатото увеличение на интензивността на корабоплаването и по-специално на трафика в районите на пристанищата и подходите към тях, налага повишаване на изискванията към предварителното планиране и изпълнението на плана за прехода.

Задачата за осигуряване безопасността на кораба може да се сведе до създаването и поддържането на такъв процес на извършване на планираните дейности, при който рисковете за загуба на кораба или повреди на техническите средства, вреди на околната среда и др., са изключени или са минимизирани.

На национално ниво отговорностите се съсредоточават в държавните администрации (или в звената, на които те са делегирани права), хидрографските, хидрометеорологичните, пилотските и морските спасителни служби.

Все повече компании използват симулатори за отработване на специфични задачи и ситуации, при което значително се намалява риска от човешка грешка поради некомпетентност или липса на опит.

## 2. ИЗЛОЖЕНИЕ

За да отговорят на възникналите проблеми и условия, продиктувани от непрекъснатото повишените изисквания за безопасност и увеличаващата се плътност на трафика, компаниите, опериращи кораби, работят в два аспекта.

Първият аспект е свързан с повишаване на квалификацията на екипажите чрез специализирани курсове, провеждани на брегови тренажорни комплекси. В тях се създават среда и условия максимално близки до реалните,

включително и симулиране на аварийни ситуации, които евентуално могат да възникнат, като се търсят и анализират различни варианти за тяхното решаване.

Симулацията на навигация през по-натоварените пътища е много полезен инструмент в проектирането и оперативното планиране на маршрути, например - вътрешни водни пътища, системи за разделно движение, подходи за пристанища, теснини и канали. Повечето от сегашните симулационни системи разчитат на опитни навигатори за контрол на кораба. [5]

По този начин екипажите се упражняват да действат в аварийни ситуации, които са нежелани. На практика те не възникват регулярно и не могат да се отработят в действителност на борда на корабите.

Съвременните технологии дават възможност за осъществяване на подготовката на различни екипи с използване на симулатори. Симулаторите се използват за подготовка на екипажите на самолети, кораби, автомобили и много други. Комплексите позволяват да се тренират цели екипи за действия в различни екстремални условия и ситуации.

Осъществяването на тренировки спомага за решаването на редица задачи. Една от тях се свежда до възможността за многократно повтаряне на едни и същи ситуации за намиране на най-добрия вариант за противодействие. [7]

Най-общо под риск в разглежданата тема за безопасността трябва да разбираме вероятността от възникване на аварийни ситуации. Имат се предвид ситуации, свързани с управлението и маневрирането на корабите, товаренето и разтоварването им, както и движението им в зони с повишена плътност на трафика. По този начин се подобрява вътрешната комуникация между членовете на екипажа и външната комуникация кораб/бряг, като под бряг следва да разбираме центрове за управление и контрол на трафика, пристанищни власти, оператори на кораба и други институции, имащи отношение към морския бизнес.

Въпреки усилията, които се полагат, корабните навигационни системи са под човешко ръководство и като



a)



b)



в)

*Фиг. 1 а), б), в) Модул за корабно маневриране Navysim MANEUVER*

резултат, 75-96% от морските произшествия са причинени от различни видове човешки грешки. [5] Затова вторият аспект, разглеждан от корабната компания, е свързан с утвърждаването на специфични процедури за съответния кораб, обхващащи основните рутинни дейности и аварийни ситуации. Главната цел на тези процедури е елиминиране на грешки, произлизащи от така

наречения "човешки фактор".

През последните десетилетия морския трафик нараства значително и в резултат - риска от сблъсък на кораби се повишава. Голям брой подпомагачи системи като GPS, ARPA, AIS или ECDIS бяха въведени, за да се предотвратят корабни инциденти. Броят им, обаче, все още е на постоянно високо ниво. Около половината от



**Фиг. 2. Лаборатория за анализ и повишаване ефективността на корабен пропульсивен комплекс Navysim BRIDGE**

произшествията са причинени поради човешка грешка и са се случили в претоварени райони - по време на подхождане към пристанище или в самите пристанища. [1 1]

Един от пътищата за елиминиране на грешки на "човешкия фактор" е изискването за оценка на риска. Оценка на риска се изисква за всяка една дейност извършвана на борда на кораба. Рискът се определя и оценява на борда на кораба основно от управленско ниво офицерите, но в процеса е задължително да участват и всички членове на екипажа, които имат някакво касателство, независимо от това пряко или косвено, с дейността подлежаща на оценка. По време на този процес се извършва и така нареченото управление на риска, т.е. набелязват се защитните бариери, представляващи мерки за намаляване на риска.

През 1993 г. Агенцията по безопасността на корабоплаването на Обединеното кралство (по-късно преименувана на Агенция на крайбрежното корабоплаване на Обединеното кралство) предлага на Международната морска организация петстепенна процедура за анализ на безопасността, наречена Типова оценка на безопасността (FSA). [2]

Типовата оценка на безопасността е рационален системен процес на оценяване на риска, свързан с определена сфера на дейност, както и за оценяване на разходите и ползите от различните варианти за ограничаване на този риск. Тя създава възможности за обективна оценка на необходимостта от създаването на нови, както и на

съдържанието на съществуващи изисквания по безопасността.

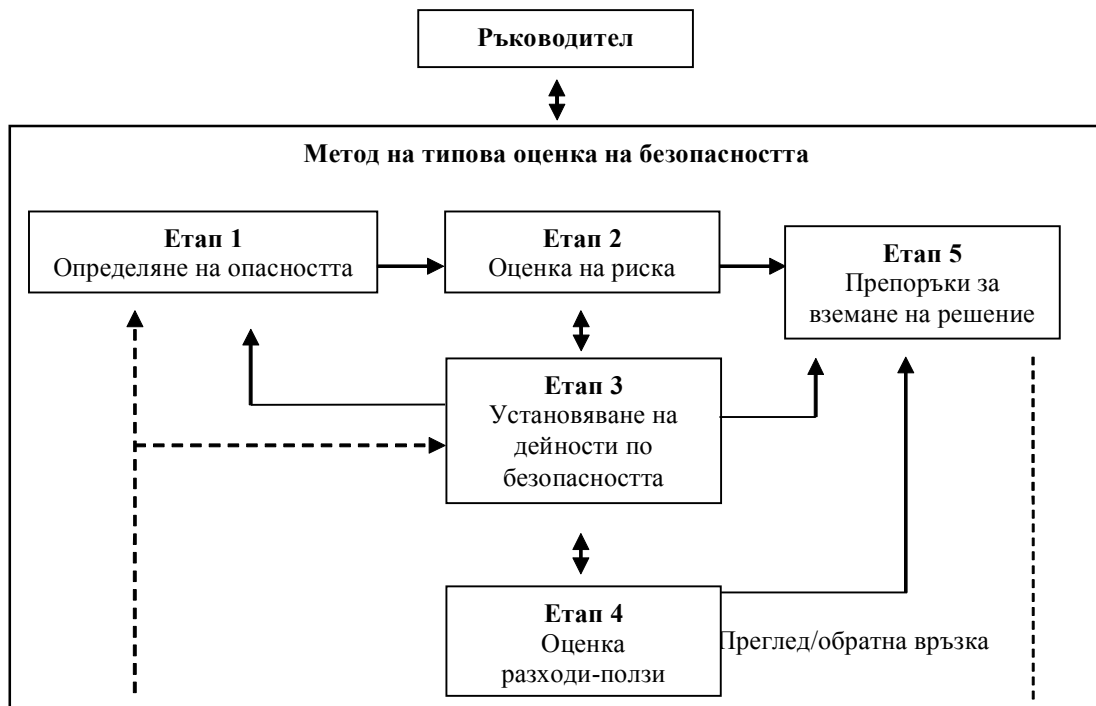
Класификационните организации използват типовата оценка на безопасността в процеса на разработване и усъвършенстване на класификационни правила. Тя се използва за изработване на оценка на безопасността на отделен тип кораби.

Типовата оценка на безопасността е стандартизиран цялостен подход за оценка на риска. Подходът включва няколко стандартни елемента, които формират пететапен процес. [2]

Взаимодействията между петте етапа не са толкова елементарни. Резултатите и изводите от един етап се използват като обратна връзка и входяща информация за няколко други етапа.

Взаимодействията между петте етапа означават, че подхода на типовата оценка на безопасността в действителност е непрекъснат итеративен процес, както е показан на фиг. 3 [2].

Способността да се контролира равнището на безопасност на изпълняваните дейности е от голямо значение за управлението на риска. [2] Ефективността на оценката на риска силно се влияе от оценката на фактора вероятност за настъпване на дадено събитие определено като опасност. Именно правилното определяне на тази вероятност е от решаващо значение за избягване на субективизма при оценката на риска. Определянето на тази вероятност трябва да става на базата на достоверна ста-



Фиг. 3. Непрекъсваем итеративен характер на подхода/метода на типова оценка на безопасността [2]

тистика, основаваща се на реални данни натрупани с годините, а не на имажинерни оценки от участниците в процеса на оценяване на риска. Базата от такива данни трябва да е свободно достъпна така, че да може да се ползва от потребителите по предназначение.

Важно значение придобива и доброто познаване от риск-мениджърите на характеристиката на събираната информация и методиката за нейното статистическо обработване при наблюдение на аварийността. Основните рискови параметри са честота на реализация на аварийите и очакваните последствия, представени от увреждания на персонала, щети на околната среда и икономически загуби. Аварията са резултат от сложни системни взаимодействия, свързани с дейността на операторите и състоянието на околната среда. [2]

Нека разгледаме оценката на риска при изработването на предварителен план за рейса на кораба и то конкретно участъка, касаещ подхода към дадено пристанище.

Един от основните моменти при изработването на гореспоменатия план е определянето на различните нива за обслужване на мостика в различните участъци на прехода, в зависимост от условията на плаване. Под понятието ниво на обслужване на мостика, следва да се разбира задължителното присъствие на мостика на капитана и/или членове на екипажа, заемащи съответни должности и вземащи участие в управлението на кораба.

Гореспоменатите нива на управление на мостика се определят в зависимост от плътността на трафика, преобладаващите метеорологични условия, географските особености на района на плаване, спецификата на кораба

и състоянието на системите му за задвижване, контрол и комуникация.

Факторът преобладаващи метеорологични условия е със силно изразен случаен характер и върху неговата вероятност за настъпване не можем ефективно да влияем с изключение на едно предварително предполагаемо на базата на натрупан опит и предварителни прогнози, получени от различни специализирани източници. Методите за снабдяване с този вид информация са достатъчно добре регулирани.

Развитието на технологиите в последното десетилетие дава възможност да се изчисли скоростта в бурно море. През 1974 г. Корабостроителния Институт на Хамбургския университет публикува програмна система по отношение на този въпрос. [7] В Техническият университет в Делфт също е публикуван метод за прогнозиране на скорост, сила и движения в бурно море. [4] Тези компютърни програми могат да помогнат за избягване на опасни ситуации, намаляване времето за преход и намаляване на разхода на гориво.

Факторът, касаещ внезапна техническа неизправност в състоянието на корабните системи за задвижване, управление, контрол и комуникация, е с минимален случаен характер и върху неговата вероятност за настъпване се влияе успешно благодарение на стриктното изпълнение на точно установени процедури и програми за техническо обслужване и рутинни проверки разработени от техническия мениджмънт и мениджмънта по качеството и безопасността на компаниите в контекста на изискванията на "ISM Code" и оторизацията на класификационните организации наблюдаващи корабите.

Що се отнася до фактора географски особености на района на плаване - той е с постоянен характер и е обект на предварително планиране.

Нека се концентрираме върху фактора плътност на трафика (фиг. 3). Този фактор е с относително променлив характер и именно за него няма достатъчно достъпна информация, а той е от основно значение при оценка на риска и влияе пряко върху определянето на нивото на обслужване на мостика, явяващо се метод за управление на риска или с други думи казано - високото ниво на обслужване на мостика, изискващо управление от капитана подпомаган от минимум един вахтен помощник, рулеви и наблюдател на мостика, намалява риска от авария.

Поради увеличаване на трафика, скоростите и размерите на модерните плавателни съдове, днешните пътища и пристанища стават все по-заети и навигационната среда става все по-сложна. Увеличаването на задръстванията в плавателни канали е довело до продължително неприемливи нива на морски произшествия, въпреки значителния напредък в навигационните средства и оборудване. Без съмнение е, че сблъсък на два съда е едно от най-тежките морски произшествия с потенциално катастрофални последици. Оперативните процедури на кораба за избягване на сблъсък не са много сложни, но се изисква пълното внимание и добра преценка на навигатора. Особено в райони с интензивен трафик, като например крайбрежните зони и тесни морски пътища. [5] Графичната информация от типа на фиг. 3, показваща плътността на трафика в даден район на месечна база, би следвало да се получава на мостика на кораба за обща и предварителна визуална оценка на риска от сблъскване. Моментната графична информация за плътността на трафика и табличната цифрова такава, би следвало да се въ-

веждат автоматично в системата за цифрова оценка на риска от сблъскване. Това би довело до значително повишаване безопасността на плаване на кораба в райони с голяма плътност на корабодвиженията.

Очакваното количество аварии с кораби за единица време на даден фарватер се изчислява с уравнението:

$$C = \lambda \cdot N ,$$

където  $C$  - очаквано количество аварии на даден фарватер за единица време;

$\lambda$  - количество аварии на корабни преминавания по фарватера;

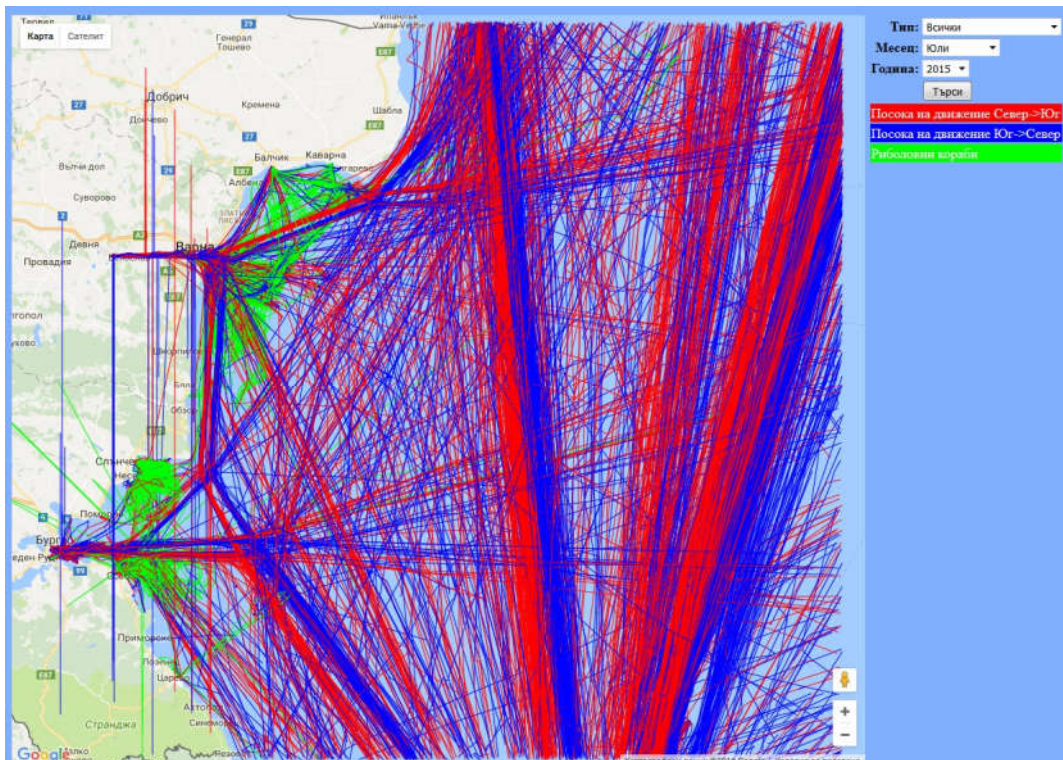
$N$  - количество корабни преминавания за единица време.

Математическото представяне на плаването на кораба изисква неговото определяне под формата на преход през последователни фарватерни участъци. Приема се допълнително, че навигационните и топологичните характеристики са относително постоянни величини във всеки фарватерен участък. Интензивността на корабоплаването и останалите условия на околната среда се възприемат за относително неизменяеми величини за всеки фарватерен участък. Явленията с малка възможност за проявление имат очаквана честота (събития за единица време), която е равна на вероятността им за реализация. Очакваното количество аварии от сблъсквания на  $m$ -тия фарватерен участък се представя с:

$$C_m = \lambda_m \cdot N = P(C)_m \cdot N ,$$

където  $C_m$  - очаквано количество аварии от сблъсквания за единица време на  $m$ -тия фарватерен участък;

$P(C)_m$  - вероятност за възникване на авария от сблъскване при преминаване през  $m$ -тия фарватерен участък.



Фиг. 4. Общ трафик на корабите, плаващи в териториалното море, прилежащата зона и ИИЗ на Р България за м. юли 2015 г.

При тези обстоятелства ефективната оценка и прогнозиране на траекториите на маневриране на морските съдове са улеснени и със съществуващите средства за навигация и VTMS системи. [6]

От друга страна управлението на мостика на високо ниво трябва да е максимално оптимизирано, за да се избегне конфликт с конвенцията "MLC 2010", налагаща стриктни изисквания по отношение продължителността на работното време с цел минимизиране на грешки от "Човешкия фактор", произтичащи от неадекватни действия, решения и команди в следствие на преумора. На практика, времето за управление на мостика на високо ниво може да се оптимизира чрез избор на подходящ маршрут и навременно подадена информация от центровете за управление и контрол на трафика относно времената на заставане на котва, вземане на пилоти и започване на маневрата за влизане или излизане от пристанищата. Именно тази адекватна информация дава възможност за планиране на времето на пристигане, което косвено влияе върху времето на преминаване през трафика.

### 3. ИЗВОДИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Практиката показва, че аварийните ситуации, като правило, се характеризират с комбинация от случайни събития, възникващи с различна честота. Затова при планирането на рейса на кораба е необходимо извършването на анализ с основна цел, ако съществува риск, той да се сведе до най-ниското ниво, колкото практически е възможно. При това критериите за приемлив риск трябва да се приемат, като се изхожда от условията, включващи изискванията за безопасност на корабоплаването, човешкия живот, опазването на околната среда и икономическата изгода от контракта. [7]

Поради пропуски в разпространението на информация, тя не винаги е на разположение на потребителите, които се нуждаят от нея. Натрупването на тези пропуски може да компрометира безопасността и да увеличи риска в дългосрочен план. [12]

Целта на изложеното по-горе е капитаните на кораби да имат достъп до данните свързани с интензивността на трафика в зоната контролирана от съответния център. Осъществяването на тази цел не е трудно при сега наличните методи и средства за контекста на оптимизиране на оценката на риска, намаляване на субективизма при оценката на риска и реално прилагане в практиката на "ISM Code" и конвенцията "MLC 2010".

Анализът на навигационната информация ще помогне да се оцени риска от сблъсък и да се повиши безопасността на плаване при използване на модерни технически средства за информационно осигуряване на навигацията в онлайн режим. [5]

### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Георги Щерев, Михаил Щерев*. Методика за анализ на потенциалните аварийни ситуации при планиране рейса на товарен кораб, Volume I, Number 2, 2011 Nautical & Environmental studies
2. *Кирил Колев*. Управление на безопасността на морския транспорт, ИК "Стено", ISBN:978-954-449-601-2, Варна, 2012.
3. *Чавдар Орманов*. Използване на тренажорния комплекс в Технически университет - Варна, за подготовка на екипажите на корабите от гранична полиция за предотвратяване на незаконни действия от морско направление. Volume IV, Number 2, 2014 Nautical & Environmental studies
4. *J.M.J. Journee*, Prediction of Speed and Behaviour of a Ship in a Seaway, Delft Ship Hydromechanics Laboratory, Report No. 427, 1976.
5. *L. P. Perera, J. P. Carvalho, C. Guedes Soares*, Autonomous guidance and navigation based on the COLREGs rules and regulations of collision avoidance, Taylor & Francis Group, London, UK, 2010, ISBN 978-0-415-58477-7.
6. *Lokukaluge P. Perera, Carlos Guedes Soares*, Ocean Vessel Trajectory Estimation and Prediction Based on Extended Kalman Filter, The Second International Conference on Adaptive and Self-Adaptive Systems and Applications, 2010, ISBN: 978-1-61208-109-0.
7. *Lokukaluge P. Perera, Paulo Oliveira, C. Guedes Soares*, Maritime Traffic Monitoring Based on Vessel Detection, Tracking, State Estimation and Trajectory Prediction, IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS, VOL. 13, NO. 3, SEPTEMBER 2012.
8. *Martin Redoutey, Eric Scotti, Christian Jensen, Cyril Ray, Christophe Claramunt*, Efficient Vessel Tracking with Accuracy Guarantees, LNCS 5373, pp 140-151, December 2008.
9. *Yanzhuo Xue, D.Clelland, B.S.Lee, Duanfeng Han*, Automatic simulation of ship navigation, Ocean Engineering, Nr. 38, 2011.
10. Academic paper (PDF): Maritime Trajectory Negotiation for n-Vessel Collision Avoidance. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/311470291\\_Maritime\\_Trajectory\\_Negotiation\\_for\\_n-Vessel\\_Collision\\_Avoidance](https://www.researchgate.net/publication/311470291_Maritime_Trajectory_Negotiation_for_n-Vessel_Collision_Avoidance), [accessed Apr 2, 2017].
11. *S. Hornauer & A. Hahn, M. Blaich & J. Reuter*, Trajectory Planning with Negotiation for Maritime Collision Avoidance, Jul 30, 2015, [https://www.researchgate.net/publication/280564969\\_Trajectory\\_Planning\\_with\\_Negotiation\\_for\\_Maritime\\_Collision\\_Avoidance](https://www.researchgate.net/publication/280564969_Trajectory_Planning_with_Negotiation_for_Maritime_Collision_Avoidance)
12. Vessel Navigation and Traffic Services for Safe and Efficient Ports and Waterways, <https://www.nap.edu/read/9262/chapter/4#27>