

## ОПРЕДЕЛЯНЕ НА НИВАТА НА ПОСЛЕДСТВИЯТА ОТ ЕКОЛОГИЧНИТЕ ОПАСНОСТИ НА МОРСКИТЕ ТРАНСПОРТНИ ДЕЙНОСТИ

проф. дтн. инж. Асен Недев, ВВМУ, Варна  
проф. д-р Светлана Димитракиева, ТУ, Варна  
доц. д-р инж. Анета Георгиева, ВСУ „Черноризец Храбър“, Варна  
Александър Близнаков, докторант, ВВМУ, Варна

***Резюме:** В статията са разгледани въпроси, свързани с влиянието на опасностите върху аварийните ситуации в морския транспорт. Предложен е подход за определяне на нивата на последствията от екологичните опасности на морските транспортни дейности. Приведени са примери на инциденти в морската практика през последните години, въз основа на което е направена оценка на значимостта на влияние на опасностите на базата на конструктивни и експлоатационни показатели. Представеното изследване е част от едно по-широко изследване, насочено към управление на екологичния риск при морските транспортни дейности.*

***Ключови думи:** авария, околна среда, безопасност, морски транспортни дейности, оценка на риска, екологичен риск, идентификация на опасности*

## DETERMINATION OF THE LEVELS OF THE CONSEQUENCES OF THE ENVIRONMENTAL HAZARDS OF MARITIME TRANSPORT ACTIVITIES

Prof. dts. eng. Asen Nedev, Higher Naval Academy, Varna  
Prof. Svetlana Dimitrakieva, Higher Naval Academy, Varna  
Assoc. prof. eng. Aneta Georgieva, VFU “Chernorizets Hrabar”, Varna  
Alexander Bliznakov, PhD student, Higher Naval Academy, Varna

***Abstract:** The article examines issues related to the impact of hazards on emergency situations in maritime transport. An approach is proposed to determine the levels of the consequences of environmental hazards of maritime transport activities. Examples of incidents in maritime practice in recent years are given, on the basis of which an assessment of the significance of the influence of hazards was made on the basis of design and operational indicators. The presented study is part of a wider study aimed at environmental risk management in maritime transport activities.*

***Keywords:** accident, environment, safety, maritime transport activities, risk assessment, environmental risk, hazard identification*

Тази задача е част от едно по-широко изследване, насочено към управлението на екологичния риск при осъществяване на морските транспортни дейности. Известно е, че този вид дейности са придружени с аварийни ситуации, чиито последици са поражения върху човека, техниката и природата. Не случайно тук поставяме околната среда, защото тя е следствие от загубите на човешките и материални ресурси. В термините на теорията на риска като основно инициращо понятие се използва потенциалната опасност, чиито последици са щетите, нанесени върху хората, техниката и околната среда. В общия случай под риск се приема някаква функция (най-често произведение) на вероятността за възникване на опасността и степента на последициите от въздействието на тази опасност върху обекта (загуби):

$$R = f(P, C) = P \cdot C \quad (1)$$

Това е една многомерна задача, която в конкретните пресмятания приема вида:

$$R = P \cdot C = \sum P_i \cdot (\sum a_{ik} \cdot C_k), \quad (2)$$

където  $i$  – индекс, показващ категорията на опасностите – взривове и пожари, сблъскване, засядане, грешки при товарните операции, пропуск на вода в корпуса, грешки при провеждането на ремонта, например:  $i = 1$  – пречупване на корпуса при товарни операции,  $i = 2$  – при пропуск на вода,  $i = 3$  – при засядане,  $i = 4$  – при или след ремонт;

$k$  – загуби за възстановяване на повредите – ремонт на корпуса на док, ремонт в машинното отделение, компенсация за здравето или живота на персонала, компенсация за екологичните последици, например:  $k = 1$  – ремонт на конструкциите,  $k = 2$  – компенсация на екипажа,  $k = 3$  – преки поражения на околната среда (премахване на нефтени разливи, емисии и др.),  $k = 4$  – щети на превозвания товар,  $k = 5$  – загуби на експлоатационно време;

$P_i$  – вероятност за възникване на аварийна ситуация при въздействието на  $i$  – тата опасност;

$a_{ik}$  – тегловен коефициент на влияние на  $k$  – то последицие при въздействие на  $i$  – тата опасност ( $0 \leq a_{ik} \leq 1$ );

$C_k$  – стойност на  $k$  – тото последицие.

На основата на този алгоритъм могат да се разглеждат различни варианти за намаляване на риска, които се свеждат до приемане на мероприятията по снижение на риска ако:

$$Z = \sum z_i < \Delta R = R_0 - R_i ,$$

където  $R_0$  ,  $R_i$  - стойности на риска до и след приемане на мероприятията по снижението му;

$Z = \sum z_i$  - стойност на мероприятията за снижение на риска (материали, труд, обучение, проектиране).

Този изключително подробен, но и трудоемък алгоритъм се основава на общия метод, известен като „вероятностен анализ на безопасността“ (ВАБ) [2]. Успешен опит за развитие и адаптация на този подход в морски условия е методът за формализирана оценка на безопасността, известен като FSA (Formal Safety Assessment). В морската сфера методът FSA за първи път е използван през 1988г. при анализа на катастрофата на платформата за добив на нефт Piper Alpha в Северно море.

FSA е системен интегриран подход за осигуряване на безопасност на море, в който се включват защита на човешкия живот, на околната среда и на техниката на основата на формализирани методи за оценка на риска и технико-икономически анализ. FSA е препоръчан от ИМО като метод за получаване на нови норми на безопасност на море с цел достигане на оптимален баланс на различни технически и експлоатационни фактори (вкл. и човешки), определяне на „златната среда“ между безопасността и разходите за нейното осигуряване. Различията между ВАБ и FSA се свеждат до прилагането в последния на формализирани (условни) оценки (балове) на статическата честота (вероятност) и последствията от въздействието на изследваните опасности върху обекта. В този смисъл той може да се прилага в условия със значителна неопределеност, но при известна загуба на точност. Обръщаме внимание на факта, че вече са известни случаи, при които с използване на интуитивно приети оценки на вероятностите и последствията от аварията се стига до много широки доверителни интервали на оценките на риска, с което се губи смисъла на решаваните задачи.

За да намалим априорната неопределеност на данните при запазване на простотата на формалните изчисления, ние ще използваме една възможност за съчетаване на

предимствата на ВАБ и FSA. Използваният от нас подход се свежда до предварително пресмятане на възможно най-точните оценки на вероятностите и на стойностите на тежестта на опасностите и включването им чрез интерполация в предварително избрани от нас скали с желана разделителна способност. По този начин могат да бъдат изградени две матрици - на вероятностите и на последиците от опасностите. Що се отнася до вида на използваните матрици, в повечето случаи те се изграждат на пет нива. Различията в известните подходи се състоят в приемането на различни аспекти за формиране на общия риск, които зависят от особеностите на обекта. Така например в [10], където като обекти за оценка на риска се разглеждат пристанищата за обществен транспорт се приема матрица на последиците с четири аспекта: хора, околна среда, имущество и ефективност на пристанището. В [3], където основната задача е моделирането на система за повишаване на безопасността на контейнерните превози по море е приета методиката за оценка на риска на Института за управление на риска в Лондон [10]. За прилагането на тази методика се използват специално разработени стандартни бланки в съответствие с препоръките на DNV [11], а матрицата на последиците е с шест аспекта: безопасност, качество на услугата, репутация, околна среда, разходи и правни договори. Матрицата на последиците, възприета от министерството на вътрешните работи на Нова Зеландия приема три алтернативи: репутация, здраве и лична безопасност и финансови загуби [10,3]. Що се отнася до нивата на тежест на последиците в петстепенните скали, те са:

- в методиката за управление на риска в пристанищата, съгласно ISO 31000 – незначително, малко, средно, голямо, катастрофално;
- в методиката за управление на риска на IRM в Нова Зеландия – минимални, незначителни, умерени, значителни, тежки.

В решаваната от нас задача за оценка на екологичния риск ние приемаме, че в основата на общите щети от екологичен характер са пораженията върху човешкия фактор, околната среда (атмосфера, хидросфера, суша) и повредите на техническите средства (неудовлетворителна работа и гибел).

Като изхождаме от тези съображения ние приемаме матрица на последиците с три алтернативи и пет степени, хармонизирана с Кодекса за провеждане на разследване на аварията и инцидентите на море, въведен с резолюцията на ИМО А.849(20) [12] (Табл.1).

Матрица на последствията при екологичен риск Табл.1.

Нива на последствията С	Алтернативи на пораженията		
	Въздействие върху хората (здраве, живот)	Въздействие върху околната среда	Повреди/гибел на технически средства
1. Незначително произшествие	не	не	нищожни
2. Произшествие	леки телесни повреди	нищожни	незначителни
3. Авария	необратими телесни повреди	съществени	сериозни
4. Сериозна авария	загуба на човешки живот	критични	значителни
5. Катастрофа	много човешки жертви	катастрофални	гибел на кораба

За да може да се пристъпи към пресмятане на екологичния риск на базата на Табл.1 е необходимо тя да бъде запълнена със съдържателна информация за конкретните опасности (елементи на алтернативите на пораженията) – задача, която в известните методики не се решава с помощта на реални данни, а се замества с интуитивно приети дискретни стойности.

За получаване на пълна конкретна форма на матрицата на последствията ще използваме резултатите от предишни разработки за вероятностни оценки на надеждността на корабната техника [1]. Тук ние спестяваме конкретно пресметнатите вероятностни оценки (те още не са ни необходими), а представяме само списъка на опасностите, чиято тежест е обект на следващите изследвания (Табл.2).

Приемайки класификацията на опасностите в шест групи отбелязваме, че разполагаме с ограничени количествени данни за тежестите на последствията след всяка от посочените в таблицата опасности ( $C_j$ ). Добър начин за получаването на такива данни е комбинацията от конкретни сведения за реално възникнали аварии на техническите средства, резултати от моделиране и от анализ на мненията на квалифицирани експерти, споделящи опыта си в специално проведени анкети.

Идентификация на опасностите (екощети) Табл.2.

№	Опасности	$B_j$
<b>I.</b>	<b>Техническо състояние на корпуса и системите</b>	
1.1	Несъответствие на технологиите и конструкциите към условията на плаване с опасност от загуба на кораба	3
1.2	Пропуск на вода през дънните и бордовите обшивки	3
1.3	Нарушение на ремонтните технологии	2
1.4	Пропуск на дефекти при дефектацията на корпуса	2
1.5	Грешки при проектирането	1
1.6	Неизпълнение на изискванията на Международната конвенция по товарната марка	3
<b>II.</b>	<b>Опасности, свързани с технологиите за пренос на товари</b>	
2.1	Превоз на метални отпадъци	3
2.2	Превоз на взривоопасни товари	3
2.3	Използване на грайфери и булдозери при товарни операции	2
2.4	Нарушение на инструкциите за товарене и разтоварване	3
2.5	Нарушаване на инструкцията за закрепване на товара	3
2.6	Неприлагане на система за инертиране на товарни танкове на химикаловози SOLAS. Ch II-2	3
2.7.	Нарушение на технологиите за миене на карготанкове и операции на освобождаване от газ	3

№	Опасности	$B_j$
<b>III.</b>	<b>Опасности от действие на корабособственика, бреговите оператори и екипажа</b>	
3.1	Нарушени инструкции при баластиране на море	1
3.2	Нарушение ограничения по района и сезона на плаване	3
3.3	Навигационни грешки	2
3.4	Грешна прогноза	3
3.5	Претоварване на кораба и загуба на товар	3
3.6	Претоварени контейнери	2
3.7	Смяна на корабособственика	1
3.8	Работа със сернисти горива без скрубър (екошета)	3
<b>IV.</b>	<b>Опасности - главния двигател</b>	
4.1	Авариен стоп	2
4.2	Изпускателни клапани (CO <sub>2</sub> )	3
4.3	Горивоподаващи дюзи	3
4.4	Тръби - високо налягане	3
4.5	Горивни помпи-високо налягане	3
<b>V.</b>	<b>Опасности - спомагателните двигатели</b>	
5.1	Авариен стоп	1
5.2	Горивни помпи	3
5.3	Горивоподаващи дюзи	3
5.4	Тръби-високо налягане	2
5.5	Бутало с бутални пръстени	3
5.6	Мотовилкови лагери	1
<b>VI.</b>	<b>Голям индекс на енергийна ефективност</b>	3

Преди да посочим връзката между тежестта на аварийните ситуации ( $h_i = 1 \div 5$ ) и влиянието на всяка от опасностите като възможна причина (екопоказател), дължим някои обяснения за начина, по който е изградена базата от данни. Тук използваме подхода за предварително ранжиране на всяка от опасностите според начина на нейното влияние върху аварийната ситуация [2]. В случай, че потенциалната опасност няма отношение към възникналата аварийна ситуация в базата от данни се въвежда коефициент  $B_j = 0$ . Ако

опасността влияе директно (непосредствено) върху аварийната техническа или екологична ситуация (с човешки жертви и екокатастрофа), коефициентът на влияние е  $B_j = 3$ ; ако опасността е непряка, но е предпоставка за възникване на щети -  $B_j = 2$ ; ако наблюдаваната опасност се разглежда като фон, оказващ неблагоприятно въздействие върху ситуацията -  $B_j = 1$ .

За оценка на степените на влияние на опасностите върху аварийните ситуации са използвани всички достъпни източници: резултати от разследване и анализ на произшествията и екокатастрофите, ведомости при планово предупредителни и капитални ремонти, резултати от дефектация и теоретични и моделни изследвания, публикувани в специализирани издания, съобщения в медиите [5,7,8,13,14,15]. Всички сведения, получени от този комплекс от източници след проверки в допълнителни експериментални и моделни изследвания (доколкото това е било възможно) са намерили място в базата от данни, части от която ще бъдат представени в следващия текст. Коефициентите на влияние на опасностите върху изследваните аварийни ситуации се използват за коригиране на нивата на последствията, предварително определени по друг независим (например експертен) способ  $C_j$  по зависимост от вида:

$$C_j^{\text{кор}} = \frac{1}{N_i} \sum_{i=1}^n \frac{B_{ij}}{3} \cdot C_j, \quad (3)$$

**Оценка на значимостта на влияние на опасностите на базата на конструктивни и експлоатационни показатели**

Задачата е да бъде оформена базата от данни като матрица на съответствие между теглата на аварийните ситуации и нивата на опасностите, посочени в Табл.2 във вид, удобен за използване на уравнение (3). За целта използваме сведения от конструктивен, експлоатационен и надеждностен характер, получени след анализ на възникналите аварийни ситуации. В следващия текст представяме част от тези данни.

1. На 11. VI. 2011 г. контейнеровозът „Deneb“ губи устойчивост на кея в Algeciras – Испания [3.4]. Оценка на последиците (3). При анализа са установени (Табл.3):

Табл.3

№	Опасност	Коефициент на влияние $B_j$
1.6	Несъответствие на теглата на контейнерите над коносаментните (обявени)	2
2.4	Нарушение на инструкцията за товарене	3

3.5	Пренатоварване на кораба-фактическото брутно тегло на 16 контейнера (10% от единиците) е 371 т., вместо декларираните 93 т.	3
3.6	Пренатоварване на контейнерите. Превишенията на теглата на контейнерите са от 1,9 до 6,7 пъти	3

2. Контейнеровоз „MSC Napoli“ получава структурни промени по корпуса при буря в Английския канал през 2007 г. [3,5]. За да бъде спасен от потъване е изтеглен до плитък бряг, след което е разтоварен. Оценка на последиците (4). При анализа са установени (Табл.4):

Табл.4

№	Опасност	Коефициент на влияние $B_j$
3.2	Нарушения на ограниченията на района и сезона на плаване и вида на товара	1
3.5	Пренатоварване на кораба. След претегляне на 660 ненаводнени контейнера от палубата се оказва, че теглото на 137 контейнера (20%) са с 312 т. по-големи от коносаментните тегла.	3
3.6	Пренатоварване на контейнери – средно с по 3 т. по-тежки от декларираното. Най-голяма разлика е отбелязана за един контейнер, тежащ с 20 т. над обявените.	3

3. През 2007 г. на борда на контейнеровоза „Limari“ при товарене пропада цял стак контейнери [3]. Оценка на последиците (3). След разследването и претеглянето при разтоварване е установено (Табл.5):

Табл.5

№	Опасност	Коефициент на влияние $B_j$
2.4	Нарушение на инструкцията за товарене – в горния слой са натоварени най-тежки товарни единици	3
3.5, 3.6	Пренатоварване на контейнерите и кораба – След претеглянето на контейнерите чрез порталния кран, с който са били разтоварени обратно на кея, е установено, че максимално допустимата маса на стак е надхвърлена съответно с 362% (стак 08), 392% (стак 06), 407% (стак 04), 209% (стак 02).	3

4. На 27.I.2006 г. контейнеровозът „P&O Nedlloyd Genova“ при буря в Северния Атлантик губи зад борда 27 контейнера, а други 28 падат върху палубата [3,7]. След разследване от администрацията на флага (УК) [7] и претеглянето на контейнерите в разтоварното пристанище са открити отклонения от декларираното тегло на единиците, останали на палубата. Оценка на последиците (4). След анализа е установено (Табл.6):

Табл.6



№	Опасност	Коефициент на влияние $B_j$
2.4	Нарушение на инструкцията за товарене. При анализа на плана за укрепване се отбелязва, че макар и малки несъответствията на теглата са довели до претоварване в някои от укрепващите елементи.	3
2.5	Нарушаване на инструкцията за закрепване на товара. Възникват съмнения относно реалната здравина на единиците от първия слой-липсва механизъм за потвърждаване на фактическата конструктивна здравина на контейнерите при периодичното им освидетелстване.	2
3.2	Нарушения на ограниченията на района на плаване и прогнозата. Конструкцията на контейнерите от първия слой не издържа и те са премазани от горните нива.	3
3.5	Претоварване на кораба и загуба на товар	3
3.6	Претоварване на контейнери	3

5. На 02.02.2000г. корабът с Ограничен и смесен район на плаване (КОСРП) „Тикси“ потъва след пречупване на корпуса в буря с товар 2000 т. зърно. Един член на екипажа загива. Оценка на последиците – (5). При анализа и разследването на катастрофата са установени следните опасности и съответните коефициенти на влияние, представени в Табл.7.

Табл.7.

№	Опасност	Коефициент на влияние $B_j$
1.1	Несъответствие на технологиите с изискванията за морска експлоатация	1
1.2	Течове на вода	2
1.3	Нарушения при ремонтни работи	1
1.4	Пропуски при дефектирането	1
1.5	Проектантски грешки	1
1.6	Неизпълнени изисквания на Международната конвенция за товарната марка	3
2.1	Превоз на насипен товар	1
3.2	Нарушения на ограниченията на района и сезона на плаване	3
3.4	Грешки в прогнозата	3
3.7	Смяна на корабособственика	1

6. КОСРП „Вознесенск“ (XII.1998 г.) е изхвърлен от буря в района на порт Севастопол с последващо бракуване. Оценка на последиците (4). При последващия анализ са установени (Табл.8):

Табл.8

№	Опасност	Коефициент на влияние $B_j$
1.1	Несъответствие на технологиите с изискванията за морска експлоатация	1
1.2	Пропуск на вода	1
1.4	Пропуски при дефектирането	1
2.1	Превоз на метални отпадъци	1
2.3	Използване на грайфери и булдозери при товарене	1
3.4	Грешна прогноза	3
3.7	Смяна на корабособственика	1
4.1	Излизане от строя на корабната енергетична уредба	3

7. През XII.1994 г. КОСРП „Елатма“ потъва след взрив. Оценка на последиците (5). При анализа са установени следните опасности и съответните коефициенти на влияние, представени в Табл.9.

Табл.9

№	Опасност	Коефициент на влияние $B_j$
1.1	Несъответствие на технологиите към условията на плаване	1
1.2	Пропуск на вода	2
1.6	Неизпълнени изисквания за товарната марка	2
2.2	Превоз на взривоопасни материали	3
2.3	Използване на грайфери и булдозери при товарене	1
3.7	Смяна на корабособственика	2

8. През XII.1994 г. КОСРП „Яхрома“ засяда на плитчина с пречупване на корпуса. Оценка на последиците (5). При анализа са установени следните опасности и съответните коефициенти на влияние, представени в Табл.10.

Табл.10.

№	Опасност	Коефициент на влияние $B_j$
1.1	Несъответствие на технологиите към условията на плаване	1
1.2	Пропуск на вода	1
1.5	Грешки при проектирането	1
1.6	Неизпълнени изисквания за товарната марка	1
2.3	Използване на грайфери и булдозери при товарене	1
3.3	Навигационна грешка	2
3.7	Смяна на корабособственика	1
4.1	Излизане от строя на корабната енергетична уредба	3

9. През II.2004 г. м.к.“Хера“ с български екипаж при изчакване за преминаване през Босфора се натъква на скали край турския бряг и потъва. Загива целия екипаж. Ниво на последиците (5). Предполагаеми причини (Табл.11):

Табл.11

№	Опасност	Коефициент на влияние $B_j$
2.1	Превоз на метални отпадъци	3
3.2	Нарушения на ограниченията на района и сезона на плаване	3
3.3	Навигационни грешки	2
3.4	Грешна прогноза	3

10. КОСРП „Чита“ (XII.1995 г.). Пречупване в буря. Гибел на кораба. Оценка на последиците (5). При анализа са установени следните опасности и съответните коефициенти на влияние, представени в Табл.12.

Табл.12.

№	Опасност	Коефициент на влияние $B_j$
1.1	Несъответствие на технологиите към условията на плаване	1
1.2	Пропуск на вода	3
1.5	Грешки при проектиране	2
1.6	Неизпълнени изисквания на по товарната марка	2
2.1	Превоз на метални отпадъци	2
2.3	Използване на грайфери и булдозери при товарене	2
3.4	Грешна прогноза	3
3.7	Смяна на корабособственика	1

11. КОСРП „Пр. 550А“. (V.1990 г.). Получил при сблъскване пробойна в товарните танкове 3 и 5. Разлив на около 1000 т. нефт. Оценка на последиците (3). При анализа са установени (Табл.13):

Табл.13.

№	Опасност	Коефициент на влияние $B_j$
1.1	Несъответствие на технологиите към условията на плаване	1
1.6	Неизпълнени изисквания на по товарната марка	1
3.3	Навигационна грешка	3

12. КОСРП „Modtrader“. На 7.XII.2001 г. при плаване в Егейски море се пречупва на две части между трюмове 3 и 4. Буря-вълнение 7 бала. 11 члена на екипажа са спасени от кораба „Brothers“. Загинал един човек. Оценка на последиците (5). При анализа е установено (Табл.14):

Табл.14

№	Опасност	Коефициент на влияние $B_j$
1.1	Несъответствие на технологиите към условията на плаване	1
1.6	Неизпълнени изисквания на по товарната марка	1
2.3	Използване на грайфери и булдозери при товарене	1
3.4	Грешна прогноза	3
3.7	Смяна на корабособственика	2

13. КОСРП „Vera-su“. През 2021 г.с турски екипаж при буря засяда в скалите край Камен бряг. При прехвърляне на товара (азотен тор) на друг плавателен съд в морето е изсипана част от него – между 100-900 т. Капитанът на кораба Х.Ергюн и неговият помощник К.Ейхан са подсъдими , а корабът е изтеглен на буксир за възстановяване. Оценка на последиците (4). Предполагаеми причини (Табл.15):

Табл.15

№	Опасност	Коефициент на влияние $B_j$
1.1	Несъответствие на технологиите към условията на плаване	1
1.2	Пропуск на вода – заливане на трюмовете и машинното отделение	2
3.2	Нарушения на ограниченията на района и сезона на плаване	3
3.3	Навигационни грешки	3
3.4	Грешна прогноза	3

14. КОСРП „Волго-Дон-30“. При плаване в Черно море на 9.XII.2001 г. излиза от строя корабната енергетична уредба. При буксиране без екипаж корабът потъва. Оценка на последиците (5). При анализа е установено (Табл.16):

Табл.16

№	Опасност	Коефициент на влияние $B_j$
1.1	Несъответствие на технологиите към условията на плаване	1
1.2	Течове на вода	2
1.6	Нарушени изисквания за товарната марка	3
3.2	Нарушени ограничения на района и сезона на плаване	3
3.4	Грешки в прогнозата	2
3.7	Смяна на корабособственика	1
4.1	Излизане от строя на корабната енергетична уредба	3

15. КОСРП „Пр. 326.1“. (9.III.2001г.). Крен до 30° при товарене довел до затопяване на машинното отделение и падане зад борда на 22 контейнера. Оценка на последиците (3). При анализа е установено (Табл.17):

Табл.17

№	Опасност	Коефициент на влияние $B_j$
2.3	Използване на грайфери и булдозери при товарене	3
2.4	Нарушение на инструкциите при товарене	3
3.1	Нарушение на инструкциите при баластиране	2
3.7	Смяна на корабособственика	2

16. В литературния източник [16] от 6.II.2004 г. се съобщава за пълна загуба на два химикаловоза след взривове в товарните танкове. Оценка на последствията (5). След разследване по указания на IMO е установено (Табл.18):

Табл.18

№	Опасност	Коефициент на влияние $B_j$
2.4	Неприлагане на система за инертиране на товарни танкове на химикаловози .	3
2.5	Нарушение на технологиите за миене на карготанковете и операциите за освобождаване от газ.	2

Забележка. През 2004 г. изискването за инертиране на товарните танкове не се прилага. След възникването на голям брой пожари и взривове на борда на танкери и химикаловози при миене на танковете и освобождаване на газ се приемат от IMO изискванията за инертен газ:

1.Измененията се отнасят за нефтени танкери и химикаловози, построени на и след 01.01.2016 г. и нямат ефект със задна дата.

2.Измененията са включени в SOLAS Ch.III-2, IBS код и FSS код Ch.15.

3. Всички танкери и химикаловози с дедуейт (DWT) над 8000 т. (вместо 20 000 т. до тогава) построени след 01.01.2016 г. трябва да бъдат снабдени с фиксирана система за инертен газ.

4.Тъй като отработените (изходящи) газове са източник на замърсяване се предлага на собствениците да уточнят, че инертирането се извършва преди началото на разтоварването. Това означава, че единствената приемлива среда за инертен газ е азотът.

Тези примери са специално подбрани от големия брой на случаите от базата данни, за да се илюстрират принципите на нейното изграждане.

### **Определяне на нивата на последиствие на опасностите към екологичния риск с използване на експертни и експлоатационни данни**

Като изхождаме от основната идея на изследването си поставяме задачата за провеждане на обобщената функция на опасностите във вид, удобен за прилагане към метода за формализирана оценка на риска (FSA) [11,12]. Използваме следния подход:

1.Първоначално определяне на елементите на матрицата на последиствие на екологичните опасности ( $C_j$ ) с помощта на специално приведено експертно изследване.

2.Коригиране на експертните оценки на нивата на последствията с коефициентите на влияние върху екологичната ситуация по зависимост (3).

За прилагането на първата част от изследването са изготвени специални анкетни листи, в които освен молбата за петобална оценка на всяка опасност е приложена таблицата за оценяване по FSA и част от базата данни за опасностите и последствията, с които разполагаме. Групата на експертите 40, от които се отзоваха положително на допитването включваше широк кръг от специалисти от морския бизнес: корабоводители, механици, пристанищна администрация, научни работници и преподаватели. Техните отговори и резултатите от статистическата обработка са включени в електронната база от данни.

При пресмятането и представянето на характеристиките са използвани програмните среди SPSS Statistics (V.23), Excel и Word от пакета Microsoft Office.

Анализът на получените резултати ни накара да променим първоначалния си предметно ориентиран подход за класификация на опасностите, като го заменим с информационно-следствен. От информационна гледна точка идентифицираните 33 опасности образуват три сравнително еднородни групи, различаващи се една от друга по степента на влиянието си върху екологичните или експлоатационни произшествия: непосредствено влияещи върху трите форми на околната среда (атмосфера, хидросфера, педосфера); косвено влияещи експлоатационни опасности, водещи до поражения и гибел на техническите средства и съпътстващи опасности, които могат да бъдат открити и отстранени с помощта на известни диагностични методи и средства. В съответствие с този информационен аспект ще представим експертните и коригираните нива на последиците.

Първа група. Опасности, водещи до произшествия с пряко влияние върху околната среда – ниво на значимост ( $C_k > 3,5$ ).

Табл.19

Опасности	C експ.	Скор
1.1. Несъответствие на технологиите и конструкциите към условията на плаване (с опасност от загуба на кораба)	3,9	3,9
2.2. Превоз на взривоопасни материали	4,48	4,48
2.4.Нарушение на инструкциите за товарене и разтоварване	3,4	3,4
2.6.Неприлагане на система за инертиране на товарните танкове (SOALS Ch.II-2).	4,6	4,6
2.7.Нарушение на технологиите за миене на карготанковете и освобождаване от газове	4,53	4,53
3.2.Нарушение на ограниченията по района и сезона на плаване	3,7	3,7
3.4.Грешна прогноза	3,45	3,45

3.5.Претоварване на краба и загуба на товар	4,4	4,4
3.8.Работа със сернисти горива без скрубър (екошета)	4,55	4,55
6.Високи стойности на индекса на енергийна и екологична ефективност	3,75	3,75
<b>Средно ниво на опасностите</b>		<b>4,08</b>

Втора група. Опасности, явяващи се предпоставки за технически аварии и колизии, които могат да доведат до екологични произшествия и катастрофи ( $2,5 < C_k < 3,5$ ).

Табл.20

<b>Опасности</b>	<b>C експ.</b>	<b>Скор</b>
1.2.Пропуск на вода през дънната обшивка	2,35	2,35
1.6.Неизпълнение на изискванията на конвенцията за товарната марка	3,1	3,1
2.1.Превоз на метални отпадъци	3,3	3,3
2.5.Нарушаване на инструкцията за закрепване на товара (контейнери)	2,45	2,45
3.3.Навигационни грешки	3,73	2,48
3.6.Претоварени контейнери	4,45	2,97
4.2.Изпускателни клапани – главен двигател	3,18	3,18
4.3.Горивоподаващи дюзи – главен двигател	2,53	2,53
4.5.Горивни помпи високо налягане – главен двигател	2,53	2,53
5.2.Горивни помпи – спомагателни двигатели	2,3	2,3
5.3.Горивоподаващи дюзи – спомагателни двигатели	2,38	2,38
5.5.Бутало с бутални пръстени	3,45	3,45
<b>Средно ниво на опасностите</b>		<b>2,75</b>

Трета група. Опасности с предполагаеми екологични последици, които могат да бъдат открити, прогнозираны и отстранени с помощта на известни диагностични методи и средства.

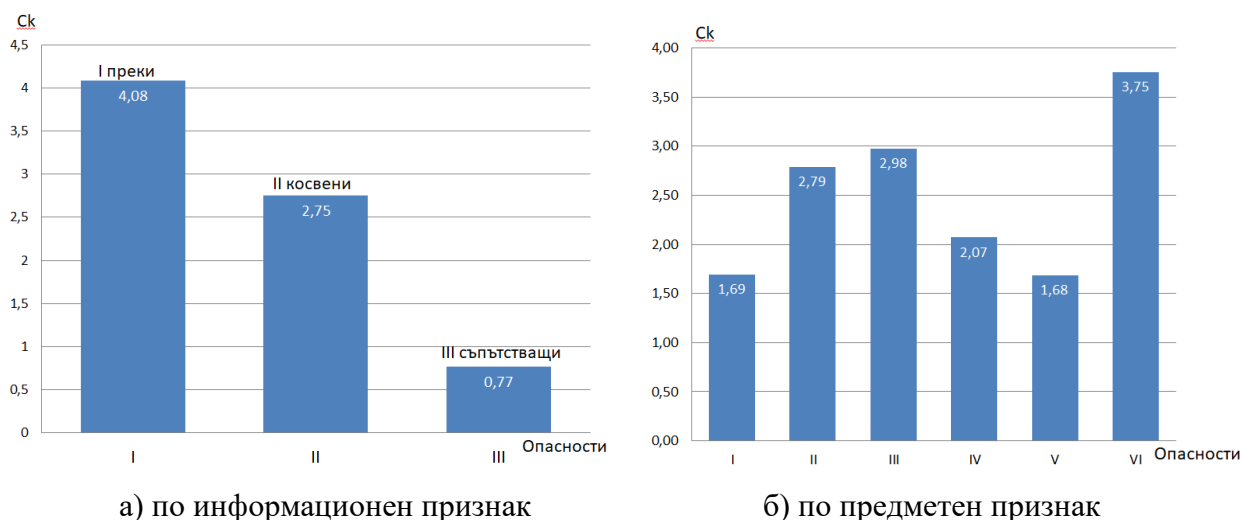
Табл.21

<b>Опасности</b>	<b>C експ.</b>	<b>Скор</b>
1.3.Нарушения на ремонтните технологии	1,53	0,82
1.4.Пропуск на дефекти при дефектация на корпуса	1,98	0,99
1.5.Грешки при проектирането	1,13	0,38
2.3.Използване на грайфери и булдозери при товарни операции	2,05	1,03
3.1.Нарушени инструкции при баластиране на море	1,43	0,95
3.7.Смяна на корабособственика	0,95	0,32
4.1.Авариен стоп – главен двигател	1,05	0,35
4.4.Тръби високо налягане – главен двигател	1,6	1,6
5.1.Авариен стоп – спомагателен двигател	0,83	0,28
5.4.Тръби високо налягане – спомагателни двигатели	2,18	1,45
5.6.Мотовилкови лагери	0,78	0,26
<b>Средно ниво на опасностите</b>		<b>0,77</b>

Без да правим подробен предметен анализ на крайните резултати ще споделим някои особености, които бяха забелязани в оценките на експертите за статистическата значимост на опасностите. Преди всичко отбелязваме, че статистическата степен на съгласуване на оценките на експертите е достатъчно висока [ $\lambda_0^2 = 5.47 > \lambda^2 = 1.63$  при  $\alpha = 0,05$ ], независимо от широкия обхват на професионалните им направления.

Допълнителният корелационен анализ, който беше проведен извън конкретната цел на изследването показва доста висока взаимна корелация между опасностите, произтичащи от действията на човешкия фактор (корабособственици, брегови служби и екипажи) и тяхното влияние върху тежестта на последиците. Над 90% от случаите на екологични катастрофи, предшествани от гибел на кораби и хора са били причинени от решенията за превоз на неподходящи товари, в неподходящо метеорологическо (лоша прогноза) и календарно (от декември до февруари) време и несъобразяване с особеностите на кораба.

Окончателните резултати от оценката на нивата на екологичните последици на изследваните 33 опасности са представени на Фиг.1



Фиг.1 Средни оценки на екологичните опасности

В заключение към проведените изследвания предлагаме следните констатации и изводи.

1. Преобладаващото ниво на значимост на опасностите, влияещи директно върху трите глобални екологични среди е тревожен проблем от световен мащаб. В това отношение Международната морска организация (ИМО) работи настойчиво, постепенно и дългосрочно с резолюции, ограничения и препоръчване на нови технологии.



2. Управлението на опасностите от конструктивен, технологичен и експлоатационен характер е задача на фирмите и хората, работещи в тях: корабособственици, брегови служби, екипажи. В това отношение те са подкрепяни и принуждавани от препоръките на ИМО и от решенията на съответните администрации.

3. Опасностите от технически характер на корабните машини и пристанищни съоръжения са обект на непрекъснати или периодични наблюдения от администрациите на флага, националните и местни контролни власти и в голяма степен отговарят на вътрешната политика на фирмите за въвеждане на нови конструкции, нови подходи за диагностични и информационни дейности и нови системи за контрол и управление.

### **Литература**

1. Недев А., Диагностика и управление на техническата експлоатация на корабни енергетични уредби, Изд. Геа Принт, Варна, 2018

2. Егоров Г.В. Проектирование судов ограниченных районов плавания на основании теории риска. Судостроение, С.Петербург 2007 г., 382 с.

3. Велинов Св., Възможности за повишаване на безопасността на контейнерните превози по море. Дисертация, ВВМУ 2018 г. 186 с.

4. EMSA. Marine Casualty Report 41-627 – Investigation of the capsizing of merchant vessel DENEV at the Port of Algeciras on 11 June 2011, EMSA 2011.

5. UK Marine Accident investigation Branch Report 9/2008 – Report on the investigation of the structural failure of MSC Napoli, Southampton, UK, 2008

6. GARD Container safety? <https://www.syngenta.com/sites/syngenta/files/seeds/supplier-information-for-new-products/policy-for-the-purchase-of-seeds-and-chemicals/safety-and-security-checks-for-containers-cop-612.pdf>, GARD, 2007

7. UK Marine Accident investigation Branch Report 20/2006 – Report on the investigation of the loss of cargo containers overboard from P& C, Nedlloyd Genoa, Southampton, UK, 2008.

8. MARS. Mars search reports 2017, <https://www.nautinst.org/technical-resources/mars/mars-reports.html>

9. Interim Guidelines for the Application of Formal Safety Assessment (FSA) to the IMO Rule – Making Process-1997-22

10. Institute of Risk Management. A Risk Practitioners Guide to ISO 31000-2018. London, IRM, 2018

11. DNV. Marine Risk Assessment. London, DNV, 2022

13. Ершов Н.Ф., О.И.Свечников, Предельное состояние и надежность конструкции речных судов. Л. Судостроение, 1970, 151 с.

14. Ершов Н.Ф., О.И.Свечников., Повреждения и эксплуатационная прочность конструкций судов внутреннего плавания. Л. Судостроение, 1977, 312 с.

15. Свечников О.И., Эффективность повышения надежности корпусов внутреннего плавания, М. Транспорт, 1981 г., 152 с.

16. <https://www.icis.com/resources/news/2004/06/02-562329/-bow-mariner-chemical-tanker-disaster>

17. Holtrop J., Mennen G.G.J., An approximate power prediction method, 1982