

УДК 629.124. 004,6
ББК 39.425.8-02:39.42-082.03В6

А. А. Тюкова, К. Г. Гасанов, Д. А. Пичугин

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ РИСКОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЛЕДОРАЗРУШАЮЩИХ СУДОВ

A. A. Tyukova, K. G. Gasanov, D. A. Pichugin

APPLICATION OF THE RISK THEORY AT DESIGNING OF ICEBREAKING VESSELS

Собрана информация по аварийным ситуациям и катастрофам судов, относящихся к ледоколам и судам на воздушной подушке, разрушающим лед, которая проанализирована с точки зрения теории рисков для использования полученных результатов в дальнейшем проектировании. Представлена классификация аварийных ситуаций по уровню последствий. Рассчитана частота возникновения опасности во всех исследуемых случаях и для наиболее тяжелых случаев. Для каждой опасности определены коэффициенты относительной ответственности (весомости) и рассчитан обобщенный условный уровень риска. На основании полученных данных построены матрицы рисков для судов на воздушной подушке и ледоколов, анализ которых показывает недопустимые риски для представленных судов, а также опасности, попадающие в такие области, как «практически допустимые риски» и «незначительные риски».

Ключевые слова: теория рисков, проектирование, ледокол, судно на воздушной подушке.

The information on emergencies and disasters of ships belonging to icebreakers and hovercrafts, destroying the ice analyzed from the point of view of the risks to use the results in the future design, is collected. The classification of emergency situations by the level of consequences is given. The frequency of occurrence of danger in all studied cases and for the most severe cases is calculated. The coefficients of relative responsibility (ponderability) for each identified risk are defined and the generalized conditional risk is calculated. Based on these data the risk matrixes for the hovercrafts and icebreakers have been constructed, whose analysis shows inadmissible risks for the studied ships, and the dangers of falling into the "almost admissible risks" and "minor risks".

Key words: risk theory, design, icebreaker, hovercraft.

Введение

Традиционные подходы в проектировании судов рассматривают проблему выбора наилучшего варианта с эксплуатационной и экономической точек зрения. В современной международной практике проектирование судов все чаще осуществляется с привлечением теории рисков. Задача повышения эффективности отдельных элементов и судна в целом с учетом критериев риска стала во многом определять принципы современного проектирования в судостроении и судоходстве.

Теория риска – разновидность неопределенности, когда наступление события (авария судна) вероятна и может быть определена, поэтому при рассмотрении риска необходимо изучить две стороны: вероятность события и причиненный ущерб. В отечественном судостроении теория рисков была рассмотрена лишь на примере проектирования грузовых судов ограниченного района плавания [1]. Нами рассмотрены особенности применения теории рисков в проектировании ледоразрушающих судов, таких как ледоколы и суда на воздушной подушке.

Для классификации аварий и аварийных происшествий предложена универсальная шкала, характеризующая степень ущерба [2]. Оценка последствий определяется по 5-балльной шкале и помогает получить качественную оценку аварийной ситуации в технике, когда имеется недостаток исходной информации по последствиям, их составу и стоимостному выражению (табл. 1).

Нами была собрана информация по аварийным ситуациям и катастрофам ледоколов и судов на воздушной подушке (СВП), разрушающих лед [3]. Наблюдаемые аварийные происшествия с судами дают обширную базу для изучения методов теории риска.

Таблица 1

Классификация последствий аварий и аварийных ситуаций

Уровень последствий C_j	Степень повреждения		
	Воздействие на людей	Воздействие на окружающую среду	Повреждение технических средств
Незначительное происшествие	Нет	Нет	Ничтожное
Происшествие	Легкое телесное повреждение	Ничтожное	Незначительное
Авария	Серьезное, необратимое телесное повреждение	Существенное	Серьезное
Серьезная авария	Потеря человеческой жизни	Критическое	Значительное
Катастрофа	Много человеческих жертв	Катастрофическое	Гибель судна

В качестве примера были рассмотрены сто аварийных случаев СВП и тридцать аварийных случаев ледоколов. Краткая классификация основных групп идентифицированных опасностей, имеющих значение для исследования надежности и безопасности ледоразрушающих судов, представлена в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Идентифицированные опасности для СВП

№	Опасность	Количество аварий	$F_{ав.}$ %	Количество катастроф	$F_{кат.}$ %
1.1	Технические параметры и геометрические характеристики корпуса	6	6,0	0	0,0
1.2	Мореходные и аэродинамические качества	25	25,0	3	13,6
1.3	Недостаточная прочность гибкого ограждения (ГО)	47	47,0	6	27,3
1.4	Выход из строя механизмов и оборудования	4	4,0	0	0,0
1.5	Недостаточная прочность жесткого корпуса	52	52,0	7	31,8
1.6	Нарушение водонепроницаемости	4	4,0	2	9,1
1.7	Разрушение воздушного винта	12	12,0	3	13,6
1.8	Поломка двигателя	13	13,0	4	18,2
1.9	Быстрый износ ГО	9	9,0	1	4,5
1.10	Низкий клиренс	6	6,0	1	4,5
1.11	Перегруз	4	4,0	1	4,5
1.12	Отсутствие эффективной противопожарной защиты	9	9,0	8	36,4
1.13	Низкая огнестойкость конструкции	8	8,0	8	36,4
Эксплуатационные факторы					
2.1	Зарывание ГО в воду	11	11,0	0	0,0
2.2	Посадка на мель	7	7,0	0	0,0
2.3	Ошибка капитана	92	92,0	19	86,4
2.4	Навигационные ошибки	19	19,0	2	9,1
2.5	Воспламенение топлива	1	1,0	1	4,5
2.6	Неосторожное обращение с огнем во время ремонта и эксплуатации	11	11,0	10	45,5
2.7	Взрыв	2	2,0	2	9,1
Внешние факторы					
3.1	Морское волнение	8	8,0	2	9,1
3.2	Приливно-отливные течения	2	2,0	2	9,1
3.3	Ветер	13	13,0	1	4,5
3.4	Обледенение корпуса и ГО	5	5,0	2	9,1
3.5	Удары волн о корпус	27	27,0	4	18,2
3.6	Удары СВП о торосы	11	11,0	2	9,1
3.7	Застывание СВП во льдах	3	3,0	0	0,0

Частота возникновения опасности для наиболее тяжелых случаев, т. е. катастроф, имеет уровни последствий $C_j = 4$ и $C_j = 5$:

$$F_{кат} = 100 \cdot N_i / N_{кат}.$$

Общая частота возникновения опасности во всех исследуемых случаях определяется как

$$F_{ав} = 100 \cdot N_i / N_{ав},$$

где N_i – число аварийных ситуаций, где имела место i -я опасность; $N_{ав}$ – количество всех изучаемых аварий; $N_{кат}$ – количество катастроф; j – номер случая.

Ряд опасностей имеет $F_{кат} > F_{ав}$, что свидетельствует об их значительной роли в увеличении степени тяжести последствий событий. Для СВП такими опасностями являются: нарушение водонепроницаемости, разрушение воздушного винта, поломка двигателя, перегруз, отсутствие эффективной противопожарной защиты, низкая огнестойкость конструкций, воспламенение топлива, неосторожное обращение с огнем во время ремонта и эксплуатации, взрыв, морское волнение, приливно-отливные течения и обледенение корпуса и гибкого ограждения. Для ледоколов такими опасностями являются: связанные с атомной силовой установкой (СУ) повреждения, неосторожное обращение с огнем, пожары, взрывы и нарушение техники безопасности.

Таблица 3

Идентифицированные опасности для ледоколов

№	Опасность	Количество аварий	$F_{ав}$, %	Количество катастроф	$F_{кат}$, %
	Конструктивно-технические факторы				
1.1	Поломка лопастей и повреждение винтов	3	10,0	0	0,0
1.2	Повреждения, связанные с атомной СУ	9	30,0	2	40,0
1.3	Выход из строя механизмов и оборудования	2	6,7	0	0,0
1.4	Нарушение водонепроницаемости	2	6,7	0	0,0
1.5	Недостаточная прочность конструкций	7	23,3	0	0,0
Эксплуатационные факторы					
2.1	Посадка на мель	2	6,7	0	0,0
2.2	Ошибка экипажа	7	23,3	0	0,0
2.3	Неосторожное обращение с огнем	1	3,3	1	20,0
2.4	Пожар, взрыв	2	6,7	2	40,0
2.5	Наваливание проводимого судна	3	10,0	0	0,0
2.6	Нарушение техники безопасности	3	10,0	3	60,0
Внешние факторы					
3.1	Заклинивание во льдах (ледовый плен)	1	3,3	0	0,0
3.2	Тяжелая ледовая обстановка	5	16,7	0	0,0
3.3	Шторм	2	6,7	0	0,0

Данные обобщены на основании обработки аварий и аварийных происшествий и сведены в табл. 4 и 5. Все случаи были проанализированы на основании тех данных, которые имелись в нашем распоряжении.

Для каждой i -й опасности в таблицах по 3-балльной шкале указан коэффициент относительной ответственности (весомости) B_i в рассматриваемом j -м случае. По результатам исследования методами теории риска каждому происшествию назначались: $B_i = 3$ – опасность прямого действия, непосредственно приведшая к аварии; $B_i = 2$ – опасность косвенного действия, вызвавшая опасность для жизни с баллом «3»; $B_i = 1$ – фоновые опасности, оказавшие неблагоприятное воздействие на ситуацию [1].

Обобщенный условный уровень риска R определяется как произведение условной вероятности возникновения опасности P и ее условных последствий для объекта C . Балл условной вероятности P определяется по 5-балльной шкале в зависимости от частоты возникновения в рассмотренных ситуациях ($P = 1$ при $F_{кат}$ или $F_{ав} = 0 \div 20$ %, $P = 2$ при $F_{кат}$ или $F_{ав} = 21 \div 40$ %, $P = 3$ при $F_{кат}$ или $F_{ав} = 41 \div 60$ %, $P = 4$ при $F_{кат}$ или $F_{ав} = 61 \div 80$ %, $P = 5$ при $F_{кат}$ или $F_{ав} = 81 \div 100$ %).

Таблица 4

Идентификация и последствия опасностей, способствовавших аварии СВП

№	Год	Судно	Виды опасностей, V_{ij} , баллы																																			C_j , баллы
			1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11	1.12	1.13	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7									
1	1956	SR № 5.001	1	1																																1		
2	1956	SR № 5.007	1	1																																1		
3	1966	SR № 5.005	1	1																																3		
4	1969	Японское СВП		1																																2		
5	1971	HA5Mк3		1		2																													1	2		
6	1972	Ховерскаут	1	1																																2		
7	1974	Рейнджер	1	1																																2		
8	1964	XR1	1	1																																2		
9	1966	СС-5		1																																5		
10	1971	H2Mк3		1																																3		
11	1972	SR № 6.012		1																																5		
12	1971	HA-5Mк3		1		2																														2		
13	1971	Эйр Сайкл		1																																2		
14	1971	Сайклон		1																																2		
15	1972	H5Mк2		1		2																														2		
16	1972	Вулкан-2				2																															2	
17	1972	Келибаг		1																																	2	
18	1973	Тайфун		1																																	2	
19	1967	Крестед Рэн		1																																	2	
20	–	Скайтбаг		1																																	2	
21	1972	Келибен		1																																	2	
22	1968	Принцесс Маргарет				2		2																													3	
23	1968	Принцесс Маргарет				2		2																													2	
24	1969	Принцесс Маргарет				2																															2	
25	1970	Принцесс Маргарет				2																															2	
26	1971	Принцесс Маргарет				2																															4	
27	1970	Свифт				2		2																													3	
28	1971	Свифт				2		2																													3	
29	1971	Шуе				2		2																													3	
30	1971	Шуе				2		2																													2	
31	–	Принцесс Энн				2																															1	
32	–	Принцесс Энн				2																															2	
33	–	Принцесс Энн				2																															2	
34	–	Принцесс Энн				2																															1	
35	–	Принцесс Энн				2		2																													2	
36	–	SR № 6.018				2		2		1	1																										5	
37	–	SR № 6.028				2		2		1	1	1																									5	
38	–	SR № 6.0XX				2		2		1																											3	
39	–	SR № 6.0XX				2		2		1																											2	
40	1979	SR № 6.022				2					1																										3	
41	–	SR № 6.013				2																															2	
42	–	SK5.015				2		2		1	1																										5	
43	–	SR № 5				2		2																													3	
44	–	XR1				2																															1	
45	1973	SES100B				2																															3	
46	–	HM2.005									2																										1	
47	1972	H2 "Ховербел"				2		2																													3	
48	–	Принцесс Энн				1																															1	
49	–	SR № 6.022				1																															2	
50	–	HM2.314				1		1																													2	
51	–	SH2.GH2034				1		1																													2	
52	–	HM2				1		1																													2	

Продолжение табл. 4

№	Год	Судно	Виды опасностей, V_{ij} , баллы																																			С _г , баллы
			1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11	1.12	1.13	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7									
53	–	Вояджер			1		1										2	3																	2			
54	–	Си Пирл			1		1										2	3														3			3			
55	–	SR № 6.022			1		1												2	3															2			
56	–	SR № 6.026			1		1												2	3															3			
57	–	SR № 6.130			1		1												2	3															2			
58	–	SR № 5			1		1												2	3															3			
59	–	HM2			1		1												2	3												3			2			
60	–	SR № 6.024			1		1												2	3												3			2			
61	–	SR № 6.012			1		1												2	3															2			
62	–	SR № 6.009			1		1												2	3															3			
63	–	SR № 6.011			1		1												2	3															3			
64	–	SR № 5.006			1		1												2	3															3			
65	–	Принцесс Энн			1		1												2	3															3			
66	–	Ховерхок.01			1		1												2	3															4			
67	–	Денни Энтерпрайз			1		1			1									2	3															3			
68	–	HM2 "Минерва"			1		1												2	3															3			
69	–	HM2			1		1												2	3															3			
70	–	HM2Mк3			1		1			1									2	3															3			
71	–	HM2.312			1		1												2	3															3			
72	–	HM2.3001			1		1												2	3																2		
73	–	Мадстомпер			1		1												2	3																5		
74	1966	SR № 5									1								2														3		2			
75	1971	SR № 5.015		1											2				2															3	3			
76	–	SR № 6.031		1			1						2	1					2									1					3		2			
77	–	SR № 6.031		1			1						2	1					2									1					3		2			
78	–	SR № 6.030		1			1						2	1					2									1				3			2			
79	–	SR № 6.030		1			1						2	1					2									1				3			4			
80	–	BH7					1		1	1	1	2							2														3		3			
81	–	VT1.002					1		1	1	1								2														3		3			
82	–	Вояджер					1		1	1	1								2														3		3			
83	–	Вояджер					1		1	1	1								2														3		2			
84	–	Вояджер					1		1	1	1								2														3		2			
85	–	Вояджер					1		1	1	1								2														3		2			
86	–	Вояджер					1		1	1	1								2														3		3			
87	–	Ховервер					1		1	1	1								2														3		5			
88	–	SR № 2													2				2																2			
89	–	SR № 6.025													2	1			2																4			
90	–	SR № 6.024													2	1			2									3							4			
91	–	SR № 6													2	1			2									3	3						4			
92	–	SR № 6.005													2	1			2																5			
93	–	HM4																	2																5			
94	–	HM2																	2																4			
95	–	SH2																	2																5			
96	–	Невиплан № 500													2	1			2																5			
97	–	Ховеркет													2	1			2																5			
98	–	Ховеркет													2	1			2																5			
99	–	Принцесс Юкон																	2																5			
100	–	SH2.038																	2																	5		

Идентификация и последствия опасностей, способствовавших аварии ледоколов

№	Год	Судно	Виды опасностей, B_{ij} баллы													C_j баллы	
			1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	3.1	3.2		3.3
1	2006	Красин	1												3		2
2	2012	EVA-316						1		3							2
3	2012	EVA-316			3												3
4	1965	Ленин		2						3							3
5	1905	Ленин		3										3			4
6	1905	Ленин		3													2
7	60-е	Ленин		3													5
8	1988	Россия		3													3
9	1988	Россия		1						3							2
10	1993	Арктика		2						3							3
11	1996	Арктика		3													2
12	2011	Берег надежды							1							3	2
13	1905	Берег надежды												3			1
14	1905	Капитан Крутов						1		3							1
15	2010	Вайгач									3	2		3			5
16	2011	Таймыр								3							1
17	1905	Таймыр		3													1
18	2010	Polar Star				1		3									2
19	2011	Таймыр					1						3				1
20	1905	Ермак					1		3								1
21	70-е	Сибирь													3		1
22	1900	Капитан Николаев				1	1									3	3
23	2009	Ямал													3		3
24	1905	Полар-Си	1												3		2
25	2012	Капитан Мецайк					1					3				1	1
26	2012	Капитан Демидов										3					1
27	1905	Капитан Белоусов	1												3		1
28	2011	Адмирал Макаров			1		3										1
29	1993	Ямал									3						4
30	2007	Ямал											3				4

Условный уровень последствий C вычисляется по следующим формулам:

– для аварийной ситуации:

$$C = \frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^{N_{AE}} \frac{B_{ij}}{3} C_j;$$

– для катастроф:

$$C = \frac{1}{N_i} \sum_{i=1}^{N_{КАТ}} \frac{B_{ij}}{3} C_j.$$

В табл. 6 и 7 представлены формализованные оценки риска, полученные в двух вариантах: на основе всех рассмотренных аварийных ситуаций и отдельно для катастроф.

Формальная оценка риска для СВП

Опасность	Все случаи			Катастрофы		
	P , баллы	C	R	P , баллы	C	R
1.1	0,30	0,61	0,18	–	–	–
1.2	1,25	0,72	0,90	0,68	1,56	1,06
1.3	2,35	1,29	3,03	1,36	2,61	3,56
1.4	0,20	1,33	0,27	–	–	–
1.5	2,60	1,26	3,27	1,59	2,29	3,64

Продолжение табл. 6

Опасность	Все случаи			Катастрофы		
	P, баллы	C	R	P, баллы	C	R
1.6	0,20	1,25	0,25	0,45	1,67	0,76
1.7	0,60	1,08	0,65	0,68	1,67	1,14
1.8	0,65	1,10	0,72	0,91	1,67	1,52
1.9	0,45	0,93	0,42	0,23	1,67	0,38
1.10	0,30	1,78	0,53	0,23	2,67	0,61
1.11	0,20	0,83	0,17	0,23	1,33	0,30
1.12	0,45	2,89	1,30	1,82	3,08	5,61
1.13	0,40	1,54	0,62	1,82	1,54	2,80
2.1	0,55	1,91	1,05	–	–	–
2.2	0,35	1,33	0,47	–	–	–
2.3	4,60	1,71	7,87	4,32	2,93	12,65
2.4	0,95	2,84	2,70	0,45	4,50	2,05
2.5	0,05	4,00	0,20	0,23	4,00	0,91
2.6	0,55	4,45	2,45	2,27	4,70	10,68
2.7	0,10	4,50	0,45	0,45	4,50	2,05
3.1	0,40	2,04	0,82	0,45	4,17	1,89
3.2	0,10	2,50	0,25	0,45	5,00	2,27
3.3	0,65	1,72	1,12	0,23	3,33	0,76
3.4	0,25	1,33	0,33	0,45	2,33	1,06
3.5	1,35	2,63	3,55	0,91	4,75	4,32
3.6	0,55	2,82	1,55	0,45	4,50	2,05
3.7	0,15	2,33	0,35	–	–	–

Таблица 7

Формальная оценка риска для ледоколов

Опасность	Все случаи			Катастрофы		
	P, баллы	C	R	P, баллы	C	R
1.1	0,50	0,56	0,28	–	–	–
1.2	1,50	2,41	3,61	2,00	4,50	9,00
1.3	0,33	1,67	0,56	–	–	–
1.4	0,33	0,83	0,28	–	–	–
1.5	1,17	0,57	0,67	–	–	–
2.1	0,33	1,33	0,44	–	–	–
2.2	1,17	1,86	2,17	–	–	–
2.3	0,17	5,00	0,83	1,00	5,00	5,00
2.4	0,33	3,67	1,22	2,00	3,67	7,34
2.5	0,50	1,00	0,50	–	–	–
2.6	0,50	4,33	2,17	3,00	4,33	12,99
3.1	0,17	1,00	0,17	–	–	–
3.2	0,83	1,80	1,50	–	–	–
3.3	0,33	2,50	0,83	–	–	–

На основе данных табл. 6 и 7 были построены матрицы риска для СВП и ледоколов (рис. 1, 2).

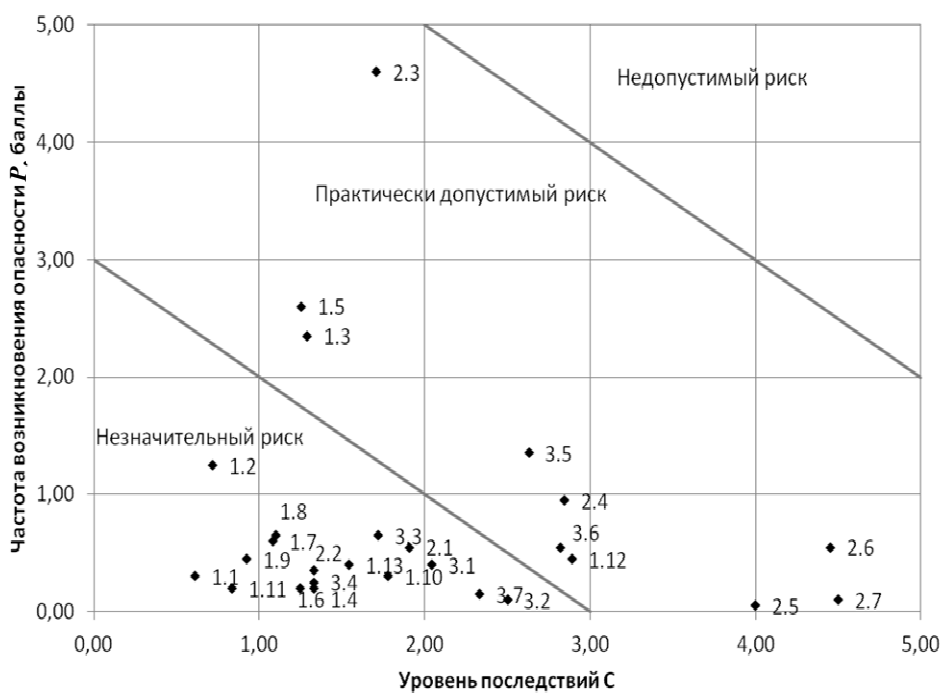
Анализ рис. 1, б (катастрофы) позволяет сделать следующие выводы о ранжировании опасностей для СВП:

1. Наибольшую опасность представляют ошибки капитана (2.3), существующий уровень риска по данной опасности относится к недопустимым.

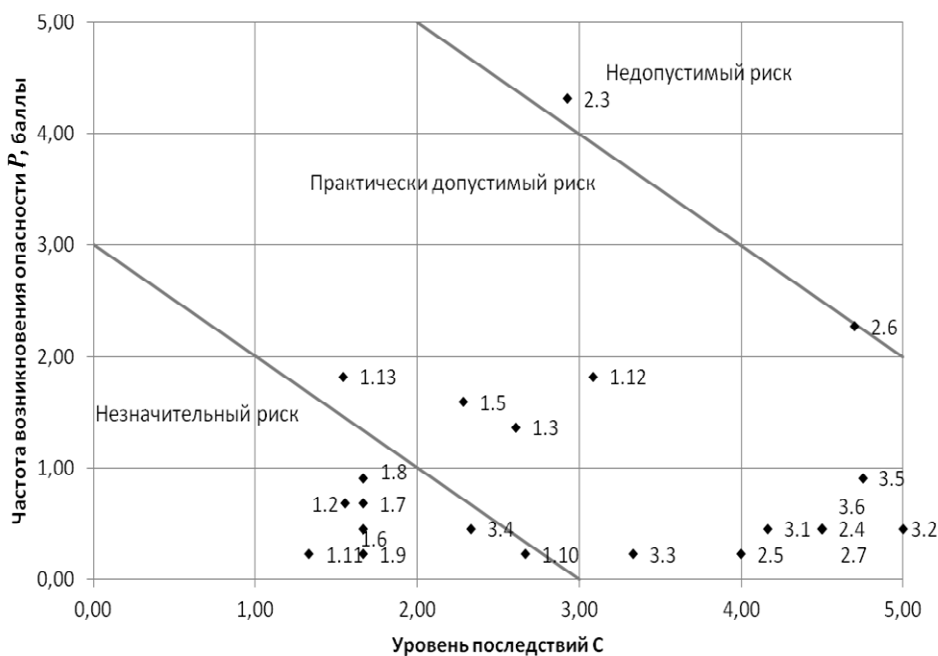
2. Опасность 2.6 (неосторожное обращение с огнем во время ремонта и эксплуатации) находится на грани и практически входит в область недопустимого риска.

3. Опасности 1.3 (недостаточная прочность гибкого ограждения), 1.5 (недостаточная прочность жесткого корпуса), 1.12 (отсутствие эффективной противопожарной защиты) и 1.13 (низкая огнестойкость конструкции) имеют достаточно высокий формальный уровень риска как по частоте, так и по последствиям, которые находятся в пределах практически допустимого риска.

4. Опасности 2.4 (навигационные ошибки), 2.5 (воспламенение топлива), 2.7 (взрыв), 3.1 (морское волнение), 3.2 (приливно-отливные течения), 3.3 (ветер), 3.5 (удары волн о корпус) и 3.6 (удары СВП о торсы) относятся к зоне практически допустимого риска за счет тяжести последствий.



а



б

Рис. 1. Матрица риска СВП: а – все случаи; б – катастрофы

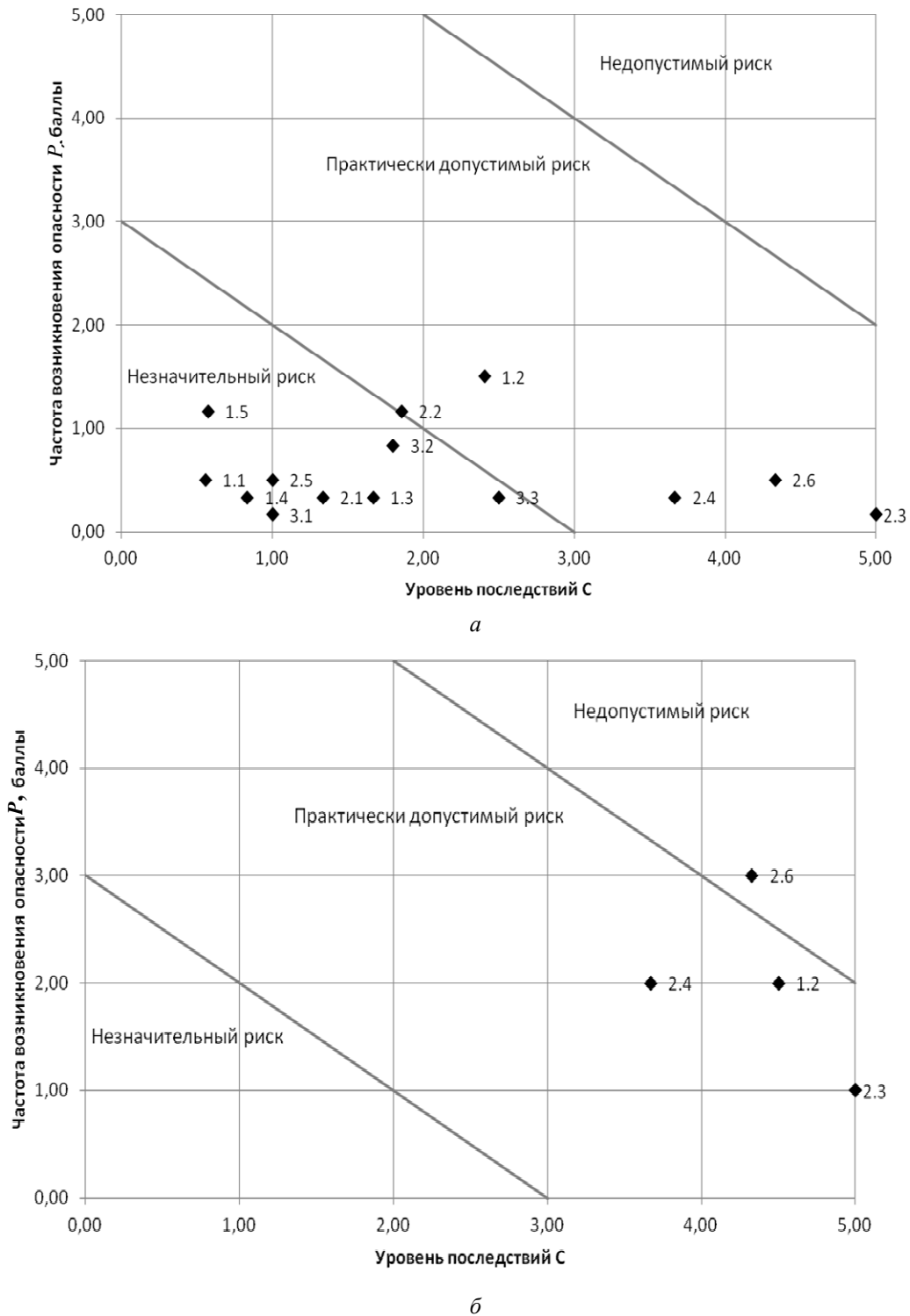


Рис. 2. Матрица риска ледоколов

Анализ рис. 2, б (катастрофы) позволяет сделать следующие выводы о ранжировании опасностей для ледоколов:

1. Наибольшую опасность представляет нарушение техники безопасности (2.6), существующий уровень риска по данной опасности относится к недопустимым.

2. Опасности 1.2 (повреждения, связанные с атомной СУ), 2.3 (неосторожное обращение с огнем) и 2.4 (пожары и взрывы) относятся к зоне «практически допустимого риска» за счет тяжести последствий.

Заключение

Информация об авариях редко бывает бесспорной и исчерпывающей, а иногда отсутствует совсем, поэтому выводы носят сугубо исследовательский характер и предназначены для изучения тех или иных аспектов возможных моделей аварий с целью предотвращения их в будущем и не могут быть использованы в официальном порядке.

Опасности, которые относятся по уровню риска к зоне недопустимого риска, должны быть подвергнуты процедуре управления риском (снижения частоты и (или) последствий) при любом уровне затрат, требуемых для этого. Опасности из зоны практически допустимого риска требуют проведения технико-экономического анализа с определением оптимальных по стоимости мероприятий для снижения уровня риска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Егоров Г. В.* Проектирование судов ограниченного района плавания на основании теории рисков. – СПб.: Судостроение, 2008. – 384 с.
2. *Егоров Г. В.* Развитие требований к средствам контроля загрузки морских и смешанного плавания судов // Автоматизация судовых технических средств: науч.-техн. сб. – Одесса: ОГМА, 2000. – № 5. – С. 36–53.
3. *Короткин И. М.* Аварии судов на воздушной подушке и подводных крыльях. – СПб.: Судостроение, 1981. – 384 с.

REFERENCES

1. Egorov G. V. *Proektirovanie sudov ogranichenogo raiona plavaniia na osnovanii teorii riskov* [Designing of vessels of limited area of sailing on the basis of the risk theory]. Saint Petersburg, Sudostroenie Publ., 2008. 384 p.
2. Egorov G. V. *Razvitie trebovanii k sredstvam kontrolya zagruzki morskikh i smeshannogo plavaniia sudov* [Development of requirements to the means of control of loading marine and combine vessels]. *Avtomatizatsiia sudovykh tekhnicheskikh sredstv: nauchno-tekhnicheskii sbornik*. Odessa, OGMA, 2000, no. 5, pp. 36–53.
3. Korotkin I. M. *Avarii sudov na vozduшной podushke i podvodnykh kryl'iakh* [Accidents of hovercrafts and hydrofoils]. Saint Petersburg, Sudostroenie Publ., 1981. 384 p.

Статья поступила в редакцию 19.01.2013

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Тюкова Алёна Александровна – Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры «Судостроение и энергетические комплексы морской техники»; awe_12@mail.ru.

Тюкова Алена Александровна – Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of the Department "Shipbuilding and Power Complexes of Marine Equipment"; awe_12@mail.ru.

Гасанов Курбан Гасанович – Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры «Судостроение и энергетические комплексы морской техники»; shipbuider@mail.ru.

Gasanov Kurban Gasanovich – Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of the Department "Shipbuilding and Power Complexes of Marine Equipment"; shipbuider@mail.ru.

Пичугин Дмитрий Алексеевич – Астраханский государственный технический университет; канд. техн. наук; доцент кафедры «Судостроение и энергетические комплексы морской техники»; awe_12@mail.ru.

Pichugin Dmitrii Alekseevich – Astrakhan State Technical University; Candidate of Technical Sciences; Assistant Professor of the Department "Shipbuilding and Power Complexes of Marine Equipment"; awe_12@mail.ru.