

УДК 629.5

Г.В. Егоров, А.Г. Егоров

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ И РИСКА ЭКСПЛУАТАЦИИ
ОТЕЧЕСТВЕННЫХ РЕЧНЫХ КРУИЗНЫХ ПАССАЖИРСКИХ СУДОВ**

Выполнено исследование риска эксплуатации речных круизных пассажирских судов (РКПС). Условия эксплуатации РКПС гораздо более спокойные, чем транспортных судов. Выполнен анализ происшедших с 1983 года по 2011 год аварий с РКПС. Всего было обработано 79 аварийных случаев. Выявлены основные опасности, приведшие как к авариям, так и к катастрофам. Наблюдается устойчивый рост аварийности для судов старше 20 лет с пиком аварий для судов возрастом 25-35 лет. Даны технические рекомендации с позиции безопасности судоходства и экологической безопасности при проектировании пассажирских судов. Решение проблемы обеспечения достаточной надежности и безопасности РКПС при сохранении приемлемого уровня экономической эффективности возможно только при обеспечении системного подхода на всех стадиях жизненного цикла этих судов, включая этапы классификации и требований Правил, проектирования, строительства, эксплуатации, освидетельствований, ремонта и модернизации.

Ключевые слова: суда внутреннего плавания, речные круизные пассажирские суда, анализ риска, опасности, ущерб, проектирование, технические рекомендации, надежность, безопасность.

Виконано дослідження ризику експлуатації річних круїзних пасажирських суден (РКПС). Умови експлуатації РКПС значно спокійніші за транспортні судна. Виконаний аналіз аварій з РКПС, які відбулися з 1983 року по 2011 рік. Усього було оброблено 79 аварійних випадків. Виявлені основні небезпеки, які привели до аварій або катастроф. Простідується стійкий зріст аварійності для суден віком більше, ніж 20 років із піком аварій для суден віком 25-35 років. Дані технічні рекомендації з позиції безпеки судноплавства і екологічної безпеки при проектуванні пасажирських суден. Розв'язок проблеми забезпечення достатньої надійності й безпеки РКПС при збереженні прийняттого рівня економічної ефективності можливий тільки при забезпеченні системного підходу на всіх стадіях життєвого циклу цих суден, включаючи етапи класифікації й вимог Правил, проектування, будівництва, експлуатації, освідчувань, ремонту й модернізації.

Ключові слова: судна внутрішнього плавання, річні круїзні пасажирські судна, аналіз ризику, небезпеки, збиток, проектування, технічні рекомендації, надійність, безпека.

© Егоров Г.В., Егоров А.Г., 2015

Research of risk operation of river cruise passenger vessels (RCPV) is executed. Conditions of RCPV operation are much smoother than cargo vessels. The analysis of failures with hulls of RCPV occurred since 1983 till 2011 is executed. 79 emergency cases of vessels were analyzed. Basic dangers, resulting both in failures and casualties, are exposed. Steady growth of breakdown is observed for vessels older than 20 years with peak of accidents at 25-35 aged vessels. Technical recommendations from the position of navigation and ecological safety at passenger vessels design stage are given. Decision of problem of providing of sufficient reliability and safety of RCPV with holding of acceptable level of economic efficiency is possible only while system approach providing at all stages of life cycle of these vessels, including classification, Rules requirements, design, building, operation, surveys, repair and modernization.

Keywords: *inland navigation vessels, river cruise passenger vessels, risk analysis, dangers, harm, design, technical recommendations, reliability, safety.*

Постановка проблеми. Страшная трагедия с речным пассажирским судном «Булгария» в очередной раз (после ноября 2007 года) привлекла внимание широкой общественности к проблеме аварийности на отечественном водном транспорте. Принципиально важным при исследовании подобных ситуаций является выявление причин и принятие системных мер по недопущению их повторения в любой форме. В частности, следует проверить известный тезис о том, что эксплуатация более старых судов сопровождается большим уровнем риска, чем более молодых.

Именно поэтому изучение причин аварий всегда было важнейшим этапом для совершенствования норм и правил создания любых новых технических объектов [18, 20], в том числе морских [17].

Как показано в публикациях [2, 7, 8], для отечественной судостроительной науки принципиально важным является анализ риска эксплуатации судов внутреннего (СВП) и смешанного река-море плавания (ССП), так как в значительной части отечественные судоходные компании и судостроительные заводы ориентированы именно на такой флот.

В настоящей статье под РКПС понимаются круизные суда, эксплуатирующиеся во внутренних водных бассейнах разрядов «Л», «Р», «О», «М» РРР [15].

Данные об авариях и аварийных происшествиях с отечественными РКПС до 1990 года мало публиковались и не подвергались системному анализу. В 2000 году в статье [4] впервые был дан анализ риска для судов ограниченного района плавания (СОРП) на основании данных с 1993 по 2000 годы (в 2002 году материал был дополнен в статье [6]). В статьях [4, 6, 9] использовалась формализованная классификация последствий на морском и водном транспорте, предложенная работе [3] на основе «Международного кодекса проведения расследований аварий и инцидентов на море», 1997 года.

В 2002 году в публикациях РРР [13, 14] и в 2005 году в публикации РС [16] были рассмотрены аварии судов с классом РРР и РС соответственно.

Также в 2008-2009 годах в работах М.Д. Емельянова [10-12] был использован близкий к [4] формализованный подход для анализа риска морских судов. В [12] был приведен пример анализа риска для судов смешанного река-море плавания пр. 1570 – приведенная частота аварий около 28 на 1000 судов в год (в 2001-2003 годах – около 51).

Интересно отметить, что в [16] был сделан вывод, что существенного роста аварийности не произошло, несмотря на рост среднего возраста судов. Напротив, в публикации [19] по данным DNV был отмечен более высокий уровень аварийности для более старых судов. Интересно отметить, что и в более ранней работе [18] на основании статистики потерь 1984-1994 года пик катастроф приходился на суда с возрастом 19-24 года, причем тенденция была одинакова для всех типов судов.

Целью статьи – является анализ надежности и происшедших с 1983 года по 2011 год аварий с корпусами РКПС. При этом рассмотрены происшествия, которые связаны с корпусом и устройствами, с пожарами и взрывами и механизмами.

Исследование выполнялось в составе научно-исследовательской работы по созданию облика перспективных речных круизных пассажирских судов нового поколения для крупных рек и водохранилищ в рамках ФЦП «Развитие гражданской морской техники» на 2009-2016 годы».

В ходе выполнения НИР, были сделаны выводы о том, что условия эксплуатации РКПС гораздо более спокойные, чем транспортных: как правило, постоянные экипажи с более квалифицированным составом; меньшие осадки, и соответственно, реже контакт с грунтом; мало меняющаяся нагрузка судов; начинают навигацию позже и заканчивают раньше, что практически исключает риск ледовых повреждений; борта защищены кринолинами, что, несмотря на большую частоту швартовок и шлюзований, уменьшает повреждаемость бортовых конструкций; нет агрессивных грузов и нет рейферных грузовых операций.

Соответственно, скорости коррозионного изнашивания связей РКПС в 2-4 раза меньше скоростей изнашивания связей транспортных судов. Например, на судне проекта 301 износы корпусных конструкций за 30 лет составили: наружная обшивка днища – 2,4 %; наружная обшивка борта – 2,1 %; настил главной палубы – 6,3 %; настил второго дна – 2,1 %; поперечные переборки – 2,8 %; днищевой набор – 2,1 %; бортовой набор – 2,4 %; палубный набор – 2,3%. При этом повышенные скорости изнашивания связей у пассажирских судов наблюдаются в конструкциях палуб, особенно в районе бытовых помещений, где под сланями создается благоприятная для коррозии среда и в цистернах сточных вод.

Согласно [3] по степени повреждений, нанесенных людям, окружающей среде и техническим средствам, указанные ситуации условно классифицированы 5 уровнями последствий (см. таблицу 1). Формаль-

ная оценка последствий обозначается величиной C , определяемой по 5-балльной шкале.

Всего удалось получить сведения о 79 аварии и инциденте с отечественными РКПС. Обращает на себя внимание тот факт, что более или менее открыты сведения о катастрофах ($C = 5$), которые стали доступны благодаря средствам массовой информации и вмешательству администраций портов и флага.

Случаи с промежуточными уровнями последствия, которые могли подорвать репутацию судовладельцев, последними, как правило, не обнародовались. Однако после аварии «Булгарии» подобный подход к исследованию проблем безопасности судоходства не может быть признан правильным, так как необходимо знать проблемы и обеспечить их решение за счет принятия мер по снижению риска.

Таблица 1

Классификация последствий аварий и аварийных ситуаций с РКПС

Уровень последствий C	Количество рассмотренных происшествий и катастроф	Степень повреждения		
		воздействие на людей	воздействие на окружающую среду	повреждение технических средств
1 – Light Incident	44	Нет	Нет	Ничтожное
2 – Incident	20	Легкое телесное повреждение	Ничтожное	Незначительное
3 – Casualty	11	Серьезное, необратимое телесное повреждение	Существенное	Серьезное
4 – Serious Casualty	2	Потеря человеческой жизни	Критическое	Значительное
5 – Very Serious Casualty	2	Много человеческих жертв	Катастрофическое	Гибель судна

В таблице 2 дана предложенная в [4] и расширенная в [1] краткая классификация основных групп идентифицированных опасностей, имеющих значение для исследования надежности и безопасности РКПС.

При этом не все опасности имели место в авариях речных КПС, поэтому в соответствующих столбцах стоят пропуски.

Общая частота возникновения опасности во всех исследуемых случаях определяется как $F_{AB} = N_i / N_{AB}$, частота возникновения опасности для наиболее тяжелых случаев (катастроф), имеющих уровни последствий $C = 4$ и $C = 5$ $F_{КАТ} = N_i / N_{КАТ}$, где N_i – число аварийных ситуаций, где имела место i -я опасность, N_{AB} – количество всех изучаемых аварий, $N_{КАТ}$ – количество катастроф.

Таблица 2

*Идентифицированные опасности
для речных круизных пассажирских судов*

№	Опасности	F_{AB} , %	$F_{КАТ}$, %
1	Опасности, связанные с техническим состоянием корпуса, машин, механизмов и систем судна	96,2	75
1.1	Несоответствие технологий, уровня качества и допускаемых дефектов речного судостроения требованиям для морской эксплуатации	-	-
1.2	Водотечность наружной обшивки, настила второго дна, обшивки второго борта, обшивки поперечных переборок, стенок цистерн	54,4	75,0
1.3	Нарушение технологии при выполнении построечных, ремонтных и модернизационных работ	67,1	75,0
1.4	Пропуски дефектов при дефектации корпуса, машин, механизмов и устройств	92,4	75,0
1.5	Ошибки проектировщиков	5,0	-
1.6	Неисправности и выход из строя машин и механизмов	69,6	25,0
1.7	Большие объемы замен корпусных конструкций при ремонте	27,8	25,0
1.8	Не выполнение требований по грузовой марке в отношении люковых крышек, комингсов и конструкций воздушных труб, вентиляторов, непроницаемых дверей	1,3	25,0
1.9	Неисправности и выход из строя якорного устройства	5,0	-
1.10	Неисправности и выход из строя судовых системах	17,7	25,0
1.11	Неисправности и выход из строя рулевого устройства	16,5	-
1.12	Неисправности и выход из строя грузового устройства	-	-

Продолжение табл. 2

№	Опасности	F_{AB} , %	$F_{КАТ}$, %
2	Опасности, связанные с нарушениями технологии перевозки пассажиров/груза	2,5	25
2.1	Перевозка металлолома	-	-
2.2	Перевозка взрывоопасных грузов	-	-
2.3	Грузовые операции с применением грейферов, тяжелых погрузчиков и бульдозеров	-	-
2.4	Нарушение порядка погрузки/выгрузки в порту, «Инструкции по загрузке», «Наставления по креплению грузов», «Информации об остойчивости»	2,5	25,0
3	Опасности, связанные с действиями судовладельца, береговых операторов и экипажа	97,5	100,0
3.1	Балластировка, не соответствующая указаниями «Инструкции по загрузке и балластировке»	-	-
3.2	Сознательное нарушение установленных ограничений по району, сезону плавания	3,8	25,0
3.3	Сознательные и кратковременные посадки на мель, выморозка	1,3	25
3.4	Навигационные ошибки	15,2	100,0
3.5	Контакт с льдом, контакт со стенками причалов и шлюзов, столкновение с другим судном	19,0	75,0
3.6	Халатное отношение служб порта, бассейнового управления, СРЗ	48,0	25,0
3.7	Ошибка прогноза	6,3	50,0
3.8	Перегруз судна	1,3	25,0
3.9	Смена судовладельца	6,3	25,0
3.10	Сознательная эксплуатация при негодном т/с	1,3	25,0
3.11	Нарушение условий перегона, буксировки	1,3	25,0
3.12	Нарушение безопасного режима отстоя судов	5,1	-
3.13	Халатность экипажа, несоблюдение им ЭТД, ПТЭ	78,5	100,0

Обращает на себя внимание тот факт, что ряд опасностей имеет $F_{КАТ} > F_{AB}$, что свидетельствует об их значительной роли в увеличении степени тяжести последствий событий.

Среди них водотечность (явная) непроницаемых конструкций, наличие незакрытых отверстий в наружном контуре (опасность 1.2) и близкая к ней по сути опасность 1.8 – невыполнение условий назначения грузовой марки (т.е. потенциальная водотечность). Отмечается существенная доля в событиях, имеющих последствия $C = 4$ и $C = 5$, человеческого фактора в виде ошибок при проведении ремонта (опасности 1.3).

Особую роль играет смена судовладельца (опасность 3.9), которая сопутствует катастрофам. Можно сказать, что именно переход РКПС из классических структур пароходств в небольшие частные компании ини-

цирует значительную часть других опасностей (см., например, нарушение ограничений «Информации об остойчивости и непотопляемости» – опасность 2.4 ошибки в навигации – опасность 3.4, контакты и столкновения – опасность 3.6, сознательная эксплуатация при негодном техническом состоянии – опасность 3.10, перегруз судна – опасность 3.8, халатность экипажа и несоблюдение ЭТД и ПТЭ – опасность 3.13).

В сравнении с грузовыми судам круизные пассажирские суда, как правило, имеют заметно меньше проблем с корпусными конструкциями. Поэтому значительную часть аварийных происшествий связывают с выходом из строя машин и механизмов, устройств, систем. Отсюда особая роль опасности 1.10 – неисправности судовых систем, опасности 3.10 – сознательная эксплуатация при негодном техническом состоянии.

Обобщенные данные таблицы 2 сформированы на основании обработки аварий и аварийных происшествий (см. таблицу 3).

Все из рассмотренных 79 случаев были проанализированы на основе тех данных, которые имелись в распоряжении авторов отчета, а также с помощью математического моделирования разных сценариев развития событий путем построения деревьев отказов и деревьев событий. Полученные в отчете выводы не всегда совпадают с официальными заключениями и носят сугубо исследовательский характер.

В таблице 3 по каждой опасности указан по 3-бальной шкале коэффициент относительной ответственности (весомости) в рассматриваемом случае. По результатам исследования методами теории риска каждого происшествия назначались: балл «3» – опасность прямого действия, непосредственно приведшая к аварии; балл «2» – опасность косвенного действия, вызвавшая к жизни опасности с баллом «3»; балл «1» – фоновые опасности, оказавшие неблагоприятное воздействие на ситуацию.

Для каждой опасности был определен обобщенный уровень риска РКПС R , который определялся как произведение вероятности возникновения опасности F на последствия воздействия указанной опасности на объект C . Условная вероятность F определялась по 5-бальной шкале («1» – частота возникновения в 0-20 % аварийных случаях, «2» – 21-40 %, «3» – 41-60 %, «4» – 61-80 %, «5» – 81-100 %).

В таблице 4 представлена формальная оценка риска, полученная в двух вариантах: на основе всех рассмотренных аварийных ситуаций и для катастроф.

На основе данных таблицы 4 были построены матрицы риска РКПС: на рисунке 1 – для всех аварийных случаев и происшествий, исследуемых в статье и на рисунке 2 – для катастроф.

Продовження табл. 3

№ п/п	Проект, назвине, дата побудови, вікост на момент аварії, дата аварії, [h _{пр}]	Буд ознакості (номера см. в тексті статей) в отриманій відповідності												Описані пошкодженні				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
6.	Пр. 301, Александр Радішев, 1982, 8 лет, 25.04.1990, [h _{пр}] = 2,5 м			3														Пошкоджені допоміжні двигатели. Нарушение ПТЭ (1)
7.	Пр. 301, Александр Радішев, 1982, 6 лет, 25.07.1988, [h _{пр}] = 2,5 м			3														Поломка вспомогательного двигателя. Нарушение ПТЭ (1)
8.	Пр. 301, Александр Радішев, 1982, 25 лет, 02.07.2007, [h _{пр}] = 2 м	1	2	3												1		Поломка насоса подачи масла. Нарушение ЭТД (1)
9.	Пр. 301, Александр Радішев, 1982, 27 лет, 03.05.2009, [h _{пр}] = 2 м	1	2	3	1											2		Неисправность ГД. Некачественный ремонт (2)
10.	Пр. 301, Константин Коротков (Советская Украина), 1976, 29 лет, 23.06.2005, [h _{пр}] = 2 м	1		3												2	2	Выход из строя ГД из-за удара о шпиль. Нарушение ПТЭ (2)
11.	Пр. 301, Николай Чернышевский, 1981, 25 лет, 30.10.2006, [h _{пр}] = 2 м			3	1												2	Поломка генератора. Некачественный ремонт (1)
12.	Пр. 301, Авісева (60 лет, Октябр), 1977, 12 лет, 04.08.1989, [h _{пр}] = 2 м	1	2	3												1		Пошкоджені котла. Нарушение ЭТД (1)

Продолжение табл. 3

№ п/п	Проект, название, дата постройки, возраст на момент аварии, [k _{обс}]	Вид опасности (номера см. в тексте статьи) и относительная ответственность																Описание последствий		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
20.	Пр. 305, Григорий Шарогов (Буг), 1961, 28 лет, 17.09.1989, [k _{обс}] = 2 м			3															2	Поломка Г.Д. Нарушение ПТЭ (2)
21.	Пр. 305, Беролинское (Мотовилихинский район), 1961, 24 года, 06.06.1985, [k _{обс}] = 2 м	1	2	3																Неисправность Г.Д. Некачественный ремонт (1)
22.	Пр. 305, Салават Юлаев (Бетуга), 1963, 36 лет, 13.06.1999, [k _{обс}] = 2 м	1	1	3									3							Поломка Г.Д, повреждение ДРК. Нарушение ПТЭ (3)
23.	Пр. 588, Алтай, 1958, 29 лет, 31.07.1987, [k _{обс}] = 2 м	1	2	3	1															Неисправность Г.Д. Некачественный ремонт (1)
24.	Пр. 588, Юрий Якушкин (Бард. Любимет), 1956, 45 лет, 27.06.2001, [k _{обс}] = 2 м	1	2	3	1															Неисправность Г.Д. Некачественный ремонт (1)
25.	Пр. 588, Анатолий Парамов (К.Э. Цюльковский), 1961, 40 лет, 13.07.2001, [k _{обс}] = 2 м	1	2	1	3															Повреждение котла. Нарушение ЭТД (1)
26.	Пр. 588, Михаил Кутузов, 1957, 30 лет, 06.05.1987, [k _{обс}] = 2 м	1	3																	Неисправность Г.Д. Нарушение ЭТД (1)

Продовження табл. 3

№ п/п	Проект, названня, дата побудовки, вікрат на момент аварії, дата аварії, [б.бс.]	Вид опікості (номера см. в тексті статті) в відповідній відповідальності																Описання последствій	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		Формалізований уровень последствій (С)
27.	Пр. 533, Очирозивний Стрийник (Тарас Шевченко), 1958, 29 лет, 16.06.1987, [б.бс.] = 2 м																		2 Несправність ГД. Нарушення ЗГД (1)
28.	Пр. 646, Машин-Соборак, 1957, 47 лет, 08.06.1994, [б.бс.] = 3 м	1	2	1															2 Несправність ГД. Нарушення ЗГД (1)
29.	Пр. 646, Капитан Пожаров (40 лет ВЛКСМ), 1954, 31 года, 01.04.1986, [б.бс.] = 2 м																		2 Несправність ГД. Нарушення ЗГД (1)
30.	Пр. 785, Персвіт (Ангол Рубинштейн), 1956, 34 года, 04.10.1990, [б.бс.] = 2 м	2	2	3															1 Несправність ГЭУ. Некваліфікований ремонт (1)
31.	Пр. 785, Белорусь, 1952, 34 года, 26.06.1986, [б.бс.] = 2 м	1	1	3															2 Несправність ГЭУ. Нарушення ЗГД (1)
32.	Пр. 785, Комсомолец Албаша, 1958, 27 лет, 04.12.1985, [б.бс.] = 2 м																		2 Несправність ГЭУ. Нарушення ЗГД (1)
33.	Пр. 785, М.Ю. Лермонтов, 1957, 40 лет, 06.10.1997, [б.бс.] = 2 м	1	2	3	1														1 Несправність ГД. Некваліфікований ремонт (1)

Продовження табл. 3

№ п/п	Проект, назвине, дата побудови, вік вік на момент аварії, дата аварії, [h _{вс}]	Вид аварії (номер гм. в тексті статті) в обов'язковій відповідальності												Описав аварію персонал			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
34.	Пр. 785, Міхаїл Големко (Борозна), 1955, 37 лет, 17.09.1992, [h _{вс}] = 1,2 м	1	2	1													Формалізований персонал уровня посадовця (С)
35.	Пр. 785, Молляни, 1953, 38 лет, 05.06.1991, [h _{вс}] = 2 м	1		3							2						Несправність ГД. Нарушення ПТЗ (1) Поломка допоміжного двигателя. Неякісний ремонт (1)
36.	Пр. 92-016, Александр Суворов, 1981, 23 года, 20.08.2004, [h _{вс}] = 2 м	1	1	3													Поломка дизель-генераторов. Нарушение ПТЗ (2)
37.	Пр. 92-016, Федор Шляшши (Климент Ворошилов), 1978, 27 лет, 03.07.2005, [h _{вс}] = 2 м	1	1	3													Несправність ГД. Нарушення ЗТД (1)
38.	Пр. 92-016, Федор Шляшши (Климент Ворошилов), 1978, 30 лет, 23.08.2008, [h _{вс}] = 2 м	1	1	3							2						Несправність вспомогательного двигателя. Неякісний ремонт (1)
39.	Пр. 92-016, Федор Шляшши (Климент Ворошилов), 1978, 31.07.1993, [h _{вс}] = 2,5 м	2	2	3							2						Несправність ГД. Неякісний ремонт (1) Поломка допоміжного двигателя. Неякісний ремонт (1)
40.	Пр. Q-056, Антон Целов, 1978, 25 лет, 05.06.2003, [h _{вс}] = 3 м	1	1	3							2						Поломка вспомогательного двигателя. Неякісний ремонт (1)

Продовження табл. 3

№ піп	Проект, виміряне, дата встановки, вікрат на момент аварії, дата аварії, [h _{роз}]	Вид огляду (номер см. в тексті статті) в спеціальній відповідальності												Описання пошкодження					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
41.	Пр. Q-056, Лев Толстой, 1979, 6 лет, 27.06.1985, [h _{роз}] = 3 м																		Формалізованій умовній послідствій (С) Пошкодка експлоатательного двигателя. Норушення ЗГД (1)
42.	Пр. 301, Петр Чайковский (Леса України), 1977, 34 года, 24.06.2011, [h _{роз}] = 2,5 м	1	2	2	1				1									Пожар в нахстройке. Норушення ПУЭ (2)	
43.	Пр. 301, Висаріон Беллиський, 1990, 25 лет, 26.08.2005, [h _{роз}] = 2,5 м									1								Пожар в кинновале (2)	
44.	Пр. 302, Сергей Размашинов (Дмитрий + уранов), 1983, 13 лет, 11.06.1996, [h _{роз}] = 3 м													1		2		Пожар. Самовогорание древесного угля (3)	
45.	Пр. 305, Николай Масленников (Урал), 1953, 50 лет, 10.06.2003, [h _{роз}] = 2 м	1	1	2	1	1						3						Пожар во время сварочных работ (2)	
46.	Пр. 588, Серге Орловський, 1960, 32 года, 06.07.1992, [h _{роз}] = 2 м	1	1	3	2													Пожар в МО (3)	
47.	Пр. 588, Святая Русь (Родина), 1955, 52 года, 24.02.2007, [h _{роз}] = 2,5 м	1	2	2	1					1								Пожар в нахстройке. Норушення ПУЭ (2)	

Продовження табл. 3

№ п/п	Проект, назва, дата побудови, вік з моменту аварії, дата аварії, [h _{ав}] = 2 м	Вид опікості (номери см. в тексті статті) і відповідальна відповідальність												Описаніє послідовніє ф-рмалізованій рівень послідовній (С)					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
48.	Пр. 646, Калітан Поламоре (40 лет ВУКСМ), 1954, 42 года, 28.08.1996, [h _{ав}] = 2 м	1	1	2	1													3	Пожар во время сварочных работ (2)
49.	Пр. 785, М.Ю. Пермяков, 1957, 45 лет, 20.06.2002, [h _{ав}] = 2 м	1	2	2														3	Пожар в МО во время ремонта (2)
50.	Пр. 860, Космонавт Гагарин, 1961, 44 года, 04.10.2005, [h _{ав}] = 2 м	1	2	1														3	Пожар в надстройке. Нарушение ПТЭ (2)
51.	Пр. 860, Сибирь, 1963, 22 года, 30.09.1985, [h _{ав}] = 2 м	1	2	1														3	Пожар во время огневых работ (2)
52.	Пр. 92-016, Александр Суворов, 1981, 10 лет, 14.08.1991, [h _{ав}] = 2 м	1	2															3	Пожар в пассажирской каюте (1)
53.	Пр. 92-016, Мстислав Ростропович (Михаил Калинин), 1980, 27 лет, 05.11.2007, [h _{ав}] = 2 м	2	1															3	Взрыв во время огневых работ (2)
54.	Пр. 92-016, Валерия Кудышев, 1980, 34 года, 03.05.2009, [h _{ав}] = 2 м	1	2															3	Пожар в надстройке. Нарушение ПТЭ. Выгорело 6 кают (3)
55.	Пр. Q-040A, Василий Суриков, 1975, 26 лет, 28.09.2001, [h _{ав}] = 2 м	2	1															3	Пожар в каюте (1)

Продовження табл. 3

№ п/п	Проект, названиця, дата побройки, візраст на момент аварії, дата аварії, [h _{пов.}]	Вид опасності (номери ст. в тексті ступня) и відповідальна відповідальність												Описание последствий						
		а)	б)	в)	г)	д)	е)	ж)	з)	и)	к)	л)	м)							
56.	Пр. 301, Крошталіт (Александр Ульянов), 1979, 31 год, 13.05.2010, [h _{пов.}] = 2 м	2	1																3	Стелкованне с судогрузнам судном «Біла». Пострадавши мет. Судоводительская ошибка (3)
57.	Пр. 302, Казана Анастасия (Николай Бауман), 1989, 20 лет, 26.07.2009, [h _{пов.}] = 3 м												2	3					1	Стелкованне с речным пассажирским судном «Анна Каренина». Пострадавши мет. Судоводительская ошибка рулевого судна «Анна Каренина» (3)
58.	Пр. 302, Сергей Киров, 1987, 23 года, 18.08.2010, [h _{пов.}] = 3 м	2	1	1															3	Стелкованне с двумя судами, затоплен один отсек. Пострадавши мет. Судоводительская ошибка при расхождении (3)
59.	Пр. 305, Николай Мислеников (Урал), 1953, 50 лет, 11.05.2003, [h _{пов.}] = 2 м	2	1	1				1	1							1			3	Деформация корпусных конструкций, пробитый в результате удара в осевом судне. Неудовлетворительные условия отгон (2)
60.	Пр. 588, Анатолий Панков (К.Э. Прокофьев), 1961, 35 лет, 27.08.1996, [h _{пов.}] = 2 м	2	1	1															2	Пробитый. Посадка на мель (1)

Продовження табл. 3

№ п/п	Проект, назва, рік дата построби, дата аварії, [h _{вс}] ліп дата аварії, [h _{вс}]	Вид оплошкы (номер см. в тексті стятты) и отдельная ответственность															Описание последствий формализованный уровень последствий (С)			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
		1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
61.	Пр. 588, Александр Толстой (И. Гастелло), 1954, 55 лет, 04.08.2009, [h _{вс}] = 2 м	2	1	1															3	Столкновение с танкером «ТН-631». Пострадавших нет. Судовладельческая ошибка (3)
62.	Пр. 588, Илья Муромец, 1958, 50 лет, 11.08.2008, [h _{вс}] = 2 м	2	1	1															3	Столкновение с сухогрузной баржей, получена пробоина. Пострадавших нет. Судовладельческая ошибка (3)
63.	Пр. 646, Камчатка Полюморев (40 лет ВЛКСМ), 1954, 33 года, 19.03.1987, [h _{вс}] = 2 м	2	1	1															3 1	Деформация корпусных конструкций. Неудовлетворительные условия отстоя (1)
64.	Пр. 860, Тобол, 1962, 41 год, 11.05.2003, [h _{вс}] = 2 м	2	1	1													1		3 1	Деформация корпусных конструкций, пробоины в результате удара о соседнее судно. Неудовлетворительные условия отстоя (2)
65.	Пр. 92-016, Александр Суворов, 1981, 2 года, 05.06.1993, [h _{вс}] = 2 м											1	2	3	1				3	Столкновение с Ульяновским железнодорожным мостом. Срезало всю рубку, погибло 176 человек (по официально данным). Халатность рулевого и штурмана (5)
66.	Пр. 26-37, Волга Дрэм (Комаров), 1959, 49 лет, 18.10.2008, [h _{вс}] = 2 м	1	1	2	1	1														Поломка гребного вала. Усталость металла (1)

Продовження табл. 3

№ п/п	Проект, названіе, дата постройки, возраст на момент аварии, дата аварии, [k ₀ acc]	Вид опасности (номера см. в тексте статьи) в отягательные ответственность																		Описание последствий
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
67.	Пр. 26-37, Китай Пушарев (XXI Сьед КПСС), 1960, 40 лет, 13.08.2000, [k ₀ acc] = 2 м																	2		Поломка гребного вала. Некачественный ремонт (1)
68.	Пр. 301, Санкт-Петербург (Блазимир Ильич), 1975, 32 года, 03.10.2007, [k ₀ acc] = 2,5 м		1	2															2	Вибранка валовой линии. Нарушение ПТЭ (1)
69.	Пр. 305, Анна Алмазова (Блазимир Моисаи), 1960, 46 лет, 23.08.2006, [k ₀ acc] = 2 м	1	2	1	1	1												2		Поломка гребного вала. Некачественный ремонт (1)
70.	Пр. 305, Альбрал Кузнецов (Шимирка), 1962, 28 лет, 21.08.1990, [k ₀ acc] = 1,2 м	1	2	1	1													2		Поломка гребного вала. Некачественный ремонт (1)
71.	Пр. 588, Алексей Толстой (Н. Гастелло), 1954, 55 лет, 04.08.2009, [k ₀ acc] = 2 м	2	1	2	1											3				Повреждение акорного устройства. Некачественный ремонт (1)
72.	Пр. 588, Коляма Млвна, 1960, 49 лет, 31.07.2009, [k ₀ acc] = 2 м	1	2	1	1													2	1	Поломка гребного вала. Усталость металла (1)
73.	Пр. 588, Михаил Кутузов, 1957, 45 лет, 07.06.2002, [k ₀ acc] = 2 м	2	1	1														3	1	Повреждение акорного устройства. Потеря акора (2)

Продолжение табл. 3

№ п/п	Проект, название, дата постройки, возраст на момент аварии, дата аварии, [h _{всп}]	Вид опасности (номер см. в тексте статьи) и относительная ответственность										Описание последствий + нормализованный уровень последствий (С)		
74.	Пр. 588, Святия Русь (Родина), 1955, 50 лет, 27.08.1996, [h _{всп}] = 2,5 м	1	1	1	1	1	1	1	2	3	2	2	Потеря пера руля. Судовладельческая ошибка (2)	
75.	Пр. 588, Рысьев, 1957, 50 лет, 26.07.2007, [h _{всп}] = 2 м	1	2	1	1	1	3				2	1	Повреждение РУ. Некачественный ремонт (1)	
76.	Пр. 588, Хирург Разумовский, 1961, 35 лет, 05.07.1999, [h _{всп}] = 2 м	2	1				3				2		Поломка гребного вала. Некачественный ремонт (1)	
77.	Пр. 646, Короленко, 1954, 31 год, 20.08.1985, [h _{всп}] = 1,2 м	1	1	2			3				2	1	Отказ РУ. Некачественный ремонт (1)	
78.	Пр. 860, Россия, 1963, 29 лет, 16.10.1991, [h _{всп}] = 2 м	2	1				3				2		Поломка гребного вала. Некачественный ремонт (1)	
79.	Пр. 92-016, Александр Суворов, 1981, 27 лет, 31.05.2008, [h _{всп}] = 2 м	2	2	1			3				2	2	1	Отказ РУ, авал на шлюз. Некачественная дефектная РУ (3)

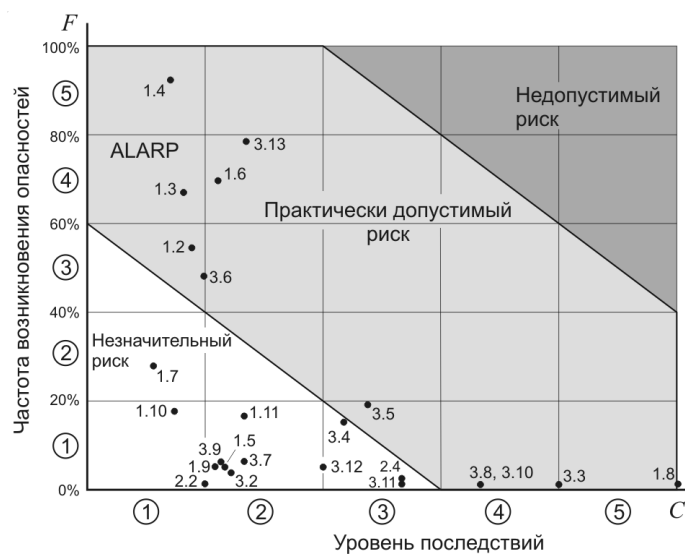


Рис. 1. Матрица риска РКПС (для всех исследованных аварий)

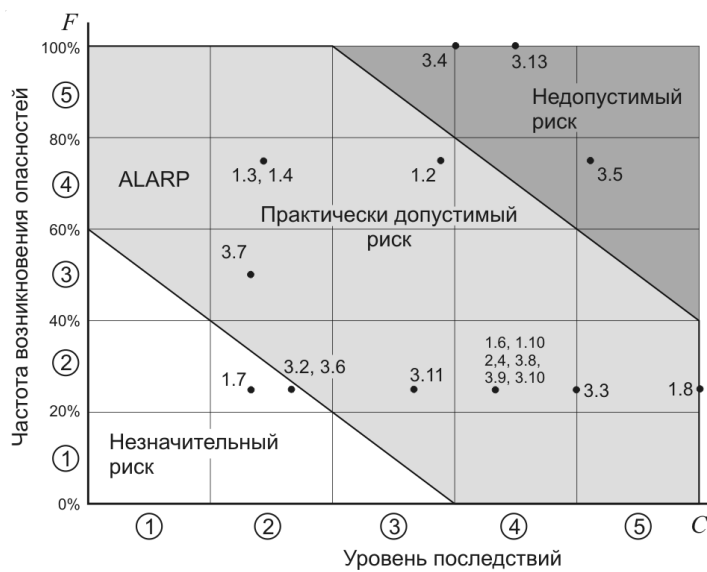


Рис. 2. Матрица риска РКПС (для катастроф)

Таблиця 4

Формальная оценка риска РКПС

Опасность	Все случаи			Катастрофы		
	F	C	R	F	C	R
1.1	-	-	-	-	-	-
1.2	2,72	0,89	2,43	3,75	2,89	10,83
1.3	3,35	0,82	2,74	3,75	1,44	5,42
1.4	4,62	0,70	3,25	3,75	1,44	5,42
1.5	0,25	1,17	0,30	-	-	-
1.6	3,48	1,11	3,86	1,25	3,33	4,17
1.7	1,39	0,56	0,78	1,25	1,33	1,67
1.8	0,06	5	0,32	1,25	5	6,25
1.9	0,25	1,08	0,27	-	-	-
1.10	0,89	0,74	0,65	1,25	3,33	4,17
1.11	0,82	1,33	1,10	-	-	-
1.12	-	-	-	-	-	-
2.1	-	-	-	-	-	-
2.2	0,06	1	0,06	-	-	-
2.3				-	-	-
2.4	0,12	2,67	0,34	1,25	3,33	4,17
3.1	-	-	-	-	-	-
3.2	0,19	1,22	0,23	1,25	1,67	2,08
3.3	0,06	4	0,25	1,25	4	5
3.4	0,76	2,17	1,65	5	3	15
3.5	0,95	2,38	2,26	3,75	4,11	15,42
3.6	2,41	0,99	2,38	1,25	1,67	2,08
3.7	0,32	1,33	0,42	2,5	1,33	3,33
3.8	0,06	3,33	0,21	1,25	3,33	4,17
3.9	0,32	1,13	0,36	1,25	3,33	4,17
3.10	0,06	3,33	0,21	1,25	3,33	4,17
3.11	0,06	2,67	0,17	1,25	2,67	3,33
3.12	0,25	2	0,51	-	-	-
3.13	3,92	1,35	5,30	5	3,5	17,5

Анализ рисунков 1 и 2 позволяет сделать следующие выводы о ранжировании опасностей:

- наибольшую опасность для РКПС представляют опасность 3.4 (навигационные ошибки), опасность 3.5 (контакт с льдом, контакт со стенками причалов и шлюзов, столкновение с другим судном) и опасность 3.13 (халатность экипажа, несоблюдение ЭТД И ПТЭ) существующий уровень риска по данным опасностям относится к «недопустимому»;

- опасность 1.2 (водотечность наружной обшивки, наличие открытых отверстий в наружном контуре судна) имеет достаточно высокий формальный уровень риска как по частоте, так и по последствиям, который находится в т.н. зоне «ALARP», т.е. в пределах минимально допустимого практически уровня риска;

- опасности 1.8 (потенциальная водотечность) и 3.3 (посадки на мель) относятся к зоне «ALARP» за счет тяжести последствий;

- опасности 1.3 (ошибки при проведении ремонта), 1.4 (пропуски дефектов при дефектации корпусов, машин, механизмов, устройств) относятся к зоне «ALARP» за счет высокой частоты возникновения;

Согласно подходам, принятым в методе формализованной оценки безопасности [2, 4], опасности, которые отнесены 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 «ALARP» требуют проведения технико-экономического анализа, с определением оптимальных по стоимости мероприятий по снижению уровня риска.

К практическим вариантам регулирования риска следует отнести меры организационные (в эксплуатации) и меры при проектировании корпуса (нормирование).

Суть применения ФОб состоит в том, что для ранжированных определенным образом опасностей следует найти такие меры по уменьшению их вероятности и последствий воздействия, стоимость Z реализации которых будет меньше изменения риска ΔR , также определенного в стоимостном виде.

Решение задачи управления риском РКПС при воздействии опасности 1.2 лежит в сфере организационно-технических мероприятий при проведении наблюдения за фактическим состоянием корпусов судов при эксплуатации. Остальные опасности являются прямым следствием действия человеческого фактора и требуют соответствующих мероприятий по управлению им, в частности, введением Системы Управления Безопасностью для судов внутреннего плавания.

Старение флота судов внутреннего и смешанного плавания наряду с существенным снижением уровня компетентности и ответственности экипажей, особенно в небольших компаниях, приводит к росту аварийности.

Даже по официальным данным, имеющим отношение только к судам с флагом России и приведенным в таблице 5, количество аварийных случаев, начиная с 2004 года, увеличивается. Статистика 2007 года, с учетом событий в Керченском проливе, эту отрицательную тенденцию сохранила.

Таблица 5

Динамика аварийных случаев с судами под флагом России

Классификация Аварийных случаев	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.
Кораблекрушения	3	6	7	7	7
Аварии	4	1	4	1	3
Аварийные случаи	55	35	37	58	64
Всего	62	42	48	66	74

Однако для круизных пассажирских судов, где уровень экипажей в крупных компаниях продолжает оставаться достаточно высоким, такого роста аварийности, как в целом по флоту, не наблюдается.

Были построены графические зависимости числа аварий и катастроф от возраста судна (см. рисунок 3) и распределение по годам (см. рисунок 4).

На рисунке 3 наблюдается устойчивый рост аварийности для судов старше 20 лет с пиком катастроф для судов с возрастом 25-35 лет.

Рисунок 4 позволяет отметить некоторый рост количества аварийных случаев с 2000 и последующих годах, и особенно с 2007 года.

Интерес представляет также распределение по классам аварий (см. таблицу 6). Графически роль различных классов аварий представлена на рисунках 5-7.

Таблица 6

Распределение по классам аварий

Класс аварии	Затоплен ие	Повреждения машин и механизмов	Пожары и взрывы	Поврежд ения корпуса	Поврежден ия устройств	Σ
Аварии и катастрофы						
Количество	4	37	14	10	14	79
Относительная доля	5,1%	46,8%	17,7%	12,7%	17,7%	100,0%
Аварии						
Количество	1	37	14	9	14	75
Относительная доля	1,3%	49,3%	18,7%	12,0%	18,7%	100,0%
Катастрофы						
Количество	3	0	0	1	0	4
Относительная доля	75,0%	0,0%	0,0%	25,0%	0,0%	100,0%
Относительная опасность класса аварии						
Доля аварий в общем коли- честве событий	25%	100%	100%	90%	100%	
Доля катастроф в общем коли- честве событий	75%	0%	0%	10%	0%	

Как видно из таблицы 6, при всех уровнях последствий практически половину всех случаев составляют случаи повреждений машин и механизмов, затем примерно по 18 % – пожары (взрывы) и выход из строя устройств, около 12 % – повреждения корпуса и только 5 % (а для аварий и того меньше) – затопления и опрокидывания.

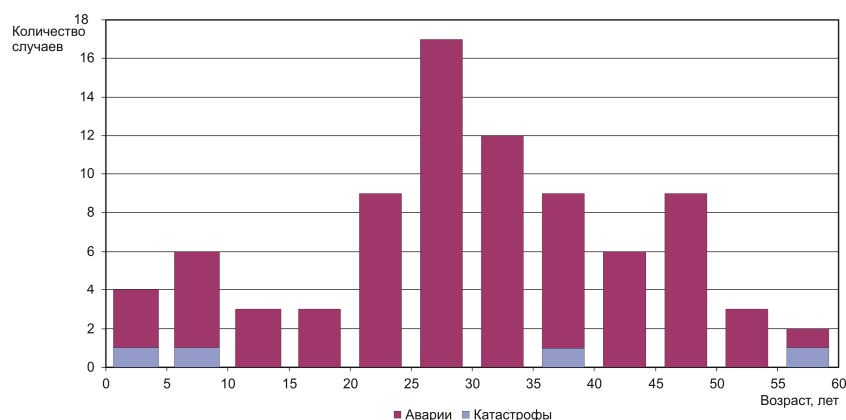


Рис. 3. Зависимости количества аварий и катастроф от возраста судна

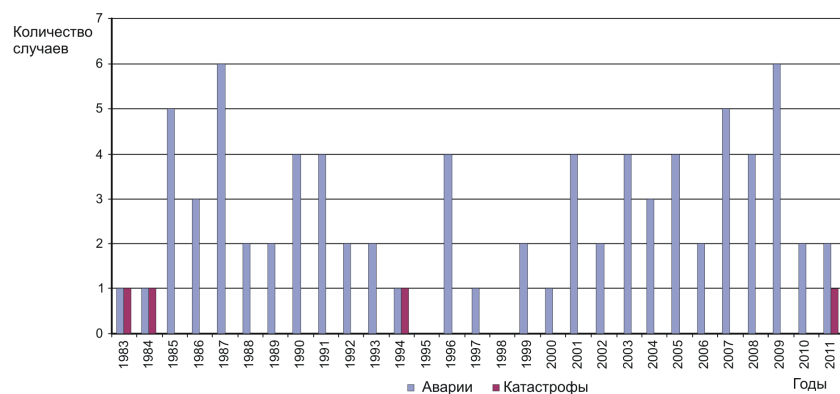


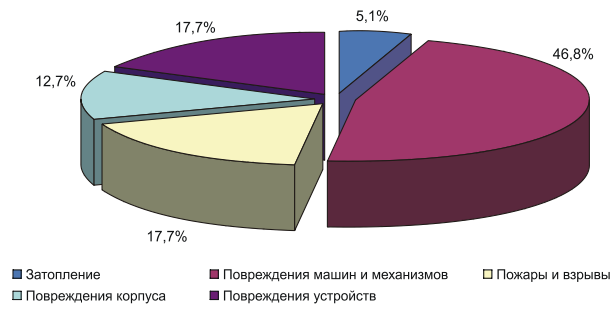
Рис. 4. Распределение количества аварий и катастроф по годам

Достаточно интересной представляется относительная опасность класса аварии. В трех из четырех событий, связанных с затоплением и потерей остойчивости, происходит гибель пассажирского судна.

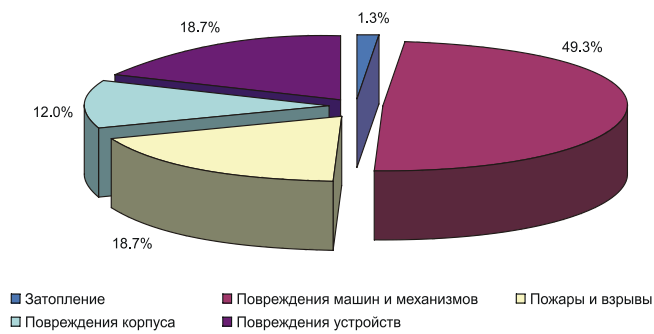
Каждое десятое судно с повреждением корпуса гибнет.

Не зафиксировано ни одного события, связанного с повреждением устройств, машин и механизмов, которое привело бы к гибели судна.

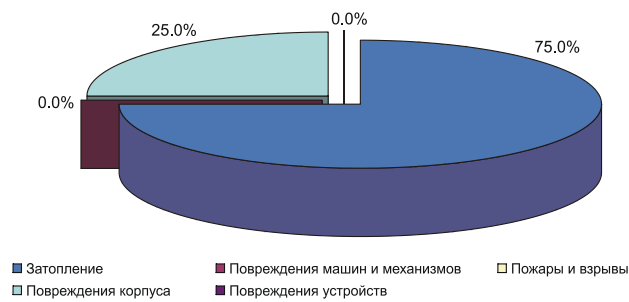
Учитывая, что общее количество находившихся ежегодно в эксплуатации РКПС, составляло около 140 судов, частота кораблекрушений с КПС за 1983-2011 годы достигло примерно 1 случая на 1000 судов в год, что вполне соответствует среднемировому уровню. Данная оценка может быть признана достаточна достоверной, т.к. случаи с уровнем последствий $C = 4$ и $C = 5$ скрыть крайне сложно.



*Рис. 5. Роль различных классов аварий
(при всех уровнях последствий)*



*Рис. 6. Роль различных классов аварий
(при уровнях последствий C = 1, 2, 3)*



*Рис. 7. Роль различных классов аварий
(при уровнях последствий C = 4 и 5)*

Ежегодная вероятность аварий и аварийных происшествий с КПС за 1983-2011 годы составляет грубо 19 случаев на 1000 судов в год. Однако имеющиеся в распоряжении авторов отчета данные по случаям с уровнями последствия $C = 1$, $C = 2$ и $C = 3$ нельзя признать полными.

Заключение. В краткосрочной и среднесрочной перспективе решение проблемы обеспечения достаточной надежности и безопасности речных круизных пассажирских судов при сохранении приемлемого уровня эффективности возможно только при обеспечении системного подхода на всех стадиях жизненного цикла, включая этапы классификации и требований Правил, проектирования, строительства, эксплуатации, освидетельствований, ремонта и модернизации.

Кардинальное долговременное решение проблемы требует строительства нового флота речных круизных пассажирских судов [2, 8].

Среди технических рекомендаций с позиции безопасности судоходства и экологической безопасности при проектировании пассажирских судов можно выделить следующие рекомендации:

1. Не допускать размещения открываемых отверстий (иллюминаторов) в пределах непроницаемого основного корпуса.
2. Не допускать несимметричного по ширине распределения запасов, которое могло бы привести к возникновению крена при эксплуатации.
3. Не допускать размещения нефтесодержащих жидкостей (топлива, масла, подсланевых вод) в цистернах, контактирующих с забортной водой.
4. Использовать в качестве средств спасения современные эвакуационные системы, широко применяемые на морских пассажирских судах.
5. Оснащать пассажирские суда средствами записи действий вахты («черными» ящиками) и средствами аварийной внешней сигнализации (АРБ).
6. Перейти к применению электронных карт и средствам автоматизированного определения координат.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Егоров А.Г. Анализ причин и последствий аварий судов внутреннего и смешанного плавания за 1991-2010 годы // Проблемы техники. – 2011. – № 1. – С. 3-30.
2. Егоров Г.В. Проектирование судов ограниченных районов плавания на основании теории риска. – СПб.: Судостроение, 2007. – 384 с.

3. Егоров Г.В. Развитие требований к средствам контроля загрузки морских и смешанного плавания судов // Автоматизация судовых технических средств // Научн.-техн. сб. – Вып. 5. – Одесса: ОГМА, 2000. – С. 36-53.
4. Егоров Г.В. Исследование риска при эксплуатации судов смешанного плавания // Сб. научн. трудов УГМТУ. – Николаев: УГМТУ, 2000. – № 5. – С. 49-59.
5. Егоров Г.В. О причинах переломов корпусов судов // Проблемы техники. – 2002. – № 2. – С. 3-15.
6. Егоров Г.В. Анализ аварий корпусов судов ограниченных районов плавания // Проблемы техники. – 2002. – № 3. – С. 3-25.
7. Егоров Г.В. Суда смешанного река-море плавания: перспективы существующего флота // Сб. научн. трудов НУК. – Николаев: НУК, 2008. – № 3 (420). – С. 3-12.
8. Егоров Г.В. Перевозки отечественным водным транспортом, состояние речного флота и перспективы нового судостроения // Морская Биржа. – 2010. – № 4 (34). – С. 20-26.
9. Егоров Г.В. Исследование риска аварий корпусов транспортных судов ограниченных районов плавания за 1991-2010 годы // Вестник ОНМУ. – Одесса: ОНМУ, 2010. – Вып. 30. – С. 53-76.
10. Емельянов М.Д. Критические элементы морских судов // Судостроение. – № 6. – 2008. – С. 16-22.
11. Емельянов М.Д. Оценка риска и критические элементы морских судов // Проблемы развития морского флота: Сб. научных трудов. – СПб.: ЦНИИМФ, 2009. – С. 20-41.
12. Емельянов М.Д. Применение условных рисков для оценки безопасности морских судов // Транспорт Российской Федерации. – 2009. – № 3-4 (22-23). – С. 40-45.
13. Обзор повреждений судов и их элементов за 1991-2001 гг. // Российский Речной Регистр. – М.: РРР, 2002. – 96 с.
14. Преснов С.В. Аварийность судов внутреннего и смешанного (река-море) плавания в морских районах в 2002 г. // Наука и техника на речном транспорте: Информационный сборник. – М.: ЦБНТИ МТ РФ, 2003. – С. 22-31.
15. Приказ Минтранса РФ от 1 ноября 2002 г. №136. «Об утверждении Положения о классификации судов внутреннего и смешанного (река-море) плавания».
16. Шурпяк В.К., Сергеев А.А. Анализ аварийности на судах с классом Регистра // Научно-технический сборник. – СПб.: Российский морской регистр судоходства. – 2005. – Вып. 28. – С. 32-46.
17. Consolidated text of the Guidelines for Formal Safety Assessment (FSA) for use in the IMO Rule-making process. MSC/Circ. 1023-MERC/Circ. 392. – 14.05.2007.

18. *Curry R. Merchant ship losses 1934-1993: an overview // RINA Transaction. – London, RINA. – 1995. – P. 1-50.*
19. *General Cargo ships – danger overlooked? // The Naval Architect. – February. – 2003. – P. 30-32.*
20. *Manley C.V. Merchant ship losses – a general review // RINA Transaction. – London, RINA. – 1965. – P. 539-548.*

Стаття надійшла до редакції 20.02.2015

Рецензенти:

кандидат технічних наук, доцент кафедри «Теорія і проектування корабля ім. проф. Ю.Л. Воробйова» **О.В. Демідюк**

доктор технічних наук, професор, головний науковий співпрацівник Морського інженерного бюро, науковий консультант **В.В. Козляков**