

УДК 629.5.01

Г.В. Егоров, А.Г. Егоров

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

Виконано дослідження надійності вітчизняних річних малих і круїзних пасажирських суден (ПС). Умови експлуатації ПС значно спокійніші за транспортні судна. Виконаний аналіз аварій з ПС, які відбулися з 1983 року по 2011 рік. Усього було оброблено 213 аварійних випадків. Виявлені основні небезпеки, які привели до аварій або катастроф. Просліджується стійкий зріст аварійності для суден віком більше, ніж 17 років із піком аварій для суден віком 24-27 років. Дані технічні рекомендації з позиції безпеки судноплавства і екологічної безпеки при проектуванні пасажирських суден. Розв'язок проблеми забезпечення достатньої надійності й безпеки ПС 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 малі і круїзні пасажирські судна, аналіз ризику, небезпеки, збиток, проектування, технічні рекомендації, надійність, безпека.

Выполнено исследование надежности отечественных речных малых и круизных пассажирских судов (ПС). Условия эксплуатации ПС гораздо более спокойные, чем транспортных судов. Выполнен анализ происшедших с 1983 года по 2011 год аварий с ПС. Всего было обработано 213 аварийных случаев. Выявлены основные опасности, приведшие как к авариям, так и к катастрофам. Наблюдается устойчивый рост аварийности для судов старше 17 лет с пиком аварий для судов возрастом 24-27 лет. Даны технические рекомендации с позиции безопасности судоходства и экологической безопасности при проектировании пассажирских судов. Решение проблемы обеспечения достаточной надежности и безопасности ПС 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 малые и круизные пассажирские суда, анализ риска, опасности, ущерб, проектирование, технические рекомендации, надежность, безопасность.

© Егоров Г.В., Егоров А.Г., 2013

Research of reliability of native river small and cruise passenger vessels (PV) is executed. Conditions of PV operation are much smoother than cargo vessels. The analysis of failures with hulls of PV occurred since 1983 till 2011 is executed. 213 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 17 years with peak of accidents at 24-27 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 PV 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 small and cruise passenger vessels, risk analysis, dangers, harm, designing, technical recommendations, reliability, safety.

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

Кроме того, следует учесть особенности эксплуатации именно ПС, которые работают в отсутствии одного из самых негативных факторов, обычных для транспортных судов, как влияние порядка погрузки-выгрузки, распределения груза и воздействия грузовых устройств.

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

В настоящей статье под речными ПС понимаются суда, эксплуатирующиеся во внутренних водных бассейнах разрядов «Л», «Р», «О», «М» РРР [15], имеющие запись в классе судна «пассажирское».

Интересно отметить, что данные об авариях и аварийных происшествиях с отечественными речными ПС практически не публиковались и не подвергались систематическому анализу.

В 2000 году в статье [4] впервые был дан анализ риска для транспортных судов ограниченного района плавания 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 осно-

ве «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 транспортных судов с классом РРР и РС соответственно.

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

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

Изложение основного материала исследований. Исследование выполнялось в составе научно-исследовательской работы по созданию облика перспективных речных малых пассажирских судов для местных линий и круизных пассажирских судов нового поколения для крупных рек и водохранилищ в рамках федеральной целевой программы «Развитие гражданской морской техники на 2009-2016 годы».

В ходе выполнения НИР авторами настоящей статьи были сделаны следующие выводы в отношении надежности ПС:

- условия эксплуатации ПС гораздо более спокойные, чем транспортных;
- как правило, постоянные экипажи с более квалифицированным составом;
- суда имеют меньшие осадки, и соответственно, более редкий контакт с грунтом;
- мало меняющаяся нагрузка судов;
- ПС 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 ПС в 2-4 раза меньше скоростей изнашивания связей транспортных судов. Исследования Морского Инженерного Бюро показали, что, например, на судах 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%. Повышенные скорости изнашивания связей 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. табл. 1). Формальная оценка последствий обозначается величиной C , определяемой по 5-балльной шкале.

Всего удалось получить сведения о 213 авариях и инцидентах с малыми и круизными ПС, находившимися под надзором РРР. Обращает на себя внимание тот факт, что более или менее открыты сведения о катастрофах ($C = 5$).

Таблица 1

Классификация последствий аварий и аварийных ситуаций с ПС

| Уровень последствий C | Количество рассмотренных происшествий и катастроф | Степень повреждения | | |
|---------------------------|---|---|---------------------------------|---------------------------------|
| | | Воздействие на людей | Воздействие на окружающую среду | Повреждение технических средств |
| 1 – Light Incident | 97 | Нет | Нет | Ничтожное |
| 2 – Incident | 45 | Легкое телесное повреждение | Ничтожное | Незначительное |
| 3 – Casualty | 29 | Серьезное, необратимое телесное повреждение | Существенное | Серьезное |
| 4 – Serious Casualty | 32 | Потеря человеческой жизни | Критическое | Значительное |
| 5 – Very Serious Casualty | 10 | Много человеческих жертв | Катастрофическое | Гибель судна |

Случаи с промежуточными уровнями последствий, 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 достоверно знать проблемы и обеспечить их решение за счет принятия контролируемых администрацией Флага и класса мер по снижению риска.

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

Таблиця 2

Идентифицированные опасности

| № | Опасности | $F_{AB},$ % | $F_{KAT},$ % |
|----------|--|----------------|-----------------|
| 1 | Опасности, связанные с техническим состоянием корпуса, машин, механизмов и систем судна | 98,1 | 95,2 |
| 1.1 | Несоответствие технологий, уровня качества и допускаемых дефектов речного судостроения требованиям для морской эксплуатации | 2,8 | 7,1 |
| 1.2 | Водотечность наружной обшивки, настила второго дна, обшивки второго борта, обшивки поперечных переборок, стенок цистерн | 58,7 | 85,7 |
| 1.3 | Нарушение технологии при выполнении построечных, ремонтных и модернизационных работ | 56,8 | 52,4 |
| 1.4 | Пропуски дефектов при дефектации корпуса, машин, механизмов и устройств | 82,6 | 64,3 |
| 1.5 | Ошибки проектировщиков | 8,5 | 2,4 |
| 1.6 | Неисправности и выход из строя машин и механизмов | 46,9 | 9,5 |
| 1.7 | Большие объемы замен корпусных конструкций при ремонте | 21,1 | 19,0 |
| 1.8 | Не выполнение требований правил в отношении люковых крышек, комингсов и конструкций воздушных труб, вентиляторов, непроницаемых дверей | 2,8 | 14,3 |
| 1.9 | Неисправности и выход из строя якорного устройства | 1,9 | - |
| 1.10 | Неисправности и выход из строя судовых системах | 11,3 | 9,5 |
| 1.11 | Неисправности и выход из строя рулевого устройства | 11,3 | 2,4 |
| 1.12 | Неисправности и выход из строя грузового устройства | - | - |
| 2 | Опасности, связанные с нарушениями технологии перевозки пассажиров/груза | 8,5 | 31,0 |
| 2.1 | Перевозка металлолома | 2,8 | 11,9 |
| 2.2 | Перевозка взрывоопасных грузов | 0,9 | - |
| 2.3 | Грузовые операции с применением грейферов, тяжелых погрузчиков и бульдозеров | 3,8 | 16,7 |

Продолжение табл. 2

| | | | |
|----------|--|-------------|-------------|
| 2.4 | Нарушение порядка погрузки/выгрузки в порту, «Инструкции по загрузке», «Наставления по креплению грузов», «Информации об остойчивости» | 5,6 | 19,0 |
| 3 | Опасности, связанные с действиями судовладельца, береговых операторов и экипажа | 98,1 | 97,6 |
| 3.1 | Балластировка, не соответствующая указаниями «Инструкции по загрузке и балластировке» | - | - |
| 3.2 | Сознательное нарушение установленных ограничений по району, сезону плавания | 3,8 | 4,8 |
| 3.3 | Сознательные и кратковременные посадки на мель, выморозка | 2,8 | 4,8 |
| 3.4 | Навигационные ошибки | 13,1 | 33,3 |
| 3.5 | Контакт с льдом, контакт со стенками причалов и шлюзов, столкновение с другим судном | 21,1 | 50,0 |
| 3.6 | Халатное отношение служб порта, бассейнового управления, СРЗ | 41,3 | 33,3 |
| 3.7 | Ошибка прогноза | 11,7 | 31,0 |
| 3.8 | Перегруз судна | 2,8 | 14,3 |
| 3.9 | Смена судовладельца | 15,5 | 28,6 |
| 3.10 | Сознательная эксплуатация при негодном т/с | 3,3 | 16,7 |
| 3.11 | Нарушение условий перегона, буксировки | 0,5 | 2,4 |
| 3.12 | Нарушение безопасного режима отстоя судов | 15,5 | 16,7 |
| 3.13 | Халатность экипажа, несоблюдение им ЭТД, ПТЭ | 80,8 | 85,7 |

Обращает на себя внимание тот факт, что ряд опасностей имеет $F_{КАТ} > F_{АВ}$, 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 требований Правил к закрытиям (т.е. потенциальная водотечность), опасность 3.7 – ошибка прогноза. Отмечается существенная доля в событиях, имеющих последствия $C = 4$ и $C = 5$, человеческого фактора в виде ошибок при проведении ремонта (опасности 1.3, 3.6).

Особую роль играет смена судовладельца (опасность 3.9), которая сопутствует катастрофам. Можно сказать, что именно переход ПС из классических структур пароходств в небольшие частные компании инициирует 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 3.5, сознательная эксплуатация при негодном техниче-

ском состоянии – опасность 3.10, перегруз судна – опасность 3.8, халатность экипажа и несоблюдение ЭТД и ПТЭ – опасность 3.13).

В сравнении с грузовыми судами пассажирские суда, как правило, имеют заметно меньше проблем с корпусными конструкциями. Поэтому значительную часть аварийных происшествий связаны с выходом из строя машин и механизмов, устройств, систем. Отсюда особая роль опасностей 1.6 – неисправности машин и механизмов, 1.10 – неисправности судовых систем, и опасности 3.10 – сознательная эксплуатация при негодном техническом состоянии.

Обобщенные данные табл. 2 сформированы на основании обработки аварий и аварийных происшествий (результаты анализа наиболее тяжелых аварий приведены в табл. 3).

Все из рассмотренных 213 случаев были проанализированы на основе тех данных, которые имелись в распоряжении авторов публикации, а также с помощью математического моделирования разных сценариев развития событий путем построения деревьев отказов и деревьев событий. Полученные в статье выводы не всегда совпадают с официальными заключениями и носят сугубо исследовательский характер.

В табл. 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 ПС R , который определялся как произведение вероятности возникновения опасности F на последствия воздействия указанной опасности на объект C . Условная вероятность F определялась по 5-балльной шкале («1» – частота возникновения в 0-20 % аварийных случаях, «2» – 21-40 %, «3» – 41-60 %, «4» – 61-80 %, «5» – 81-100 %).

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

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

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

- наибольшую опасность для ПС представляют опасность 1.2 (водотечность наружной обшивки, наличие открытых отверстий в наружном контуре судна) и опасность 3.13 (халатность экипажа, несоблюдение ЭТД и ПТЭ); существующий уровень риска по данным опасностям относится к «недопустимому»;

Таблиця 3

Идентификация и последствия опасностей, способствовавших авариям и катастрофам ПС

| № п/п | Проект, название, год постройки, возраст на момент аварии, дата аварии, [h _{1,3%}] | Вид опасности (номера см. в тексте статьи) и относительная ответственность | | | | | | | | | | | | | | | | | Описание последствий | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|---|--|--|--|--|---|
| | | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.9 | 1.10 | 1.11 | 1.12 | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.4 | 3.1 | | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 3.5 | 3.6 | 3.7 | 3.8 | 3.9 | 3.10 | 3.11 | 3.12 | 3.13 | | | | | | |
| 3 | Пр. 544, М-183, 1955, 49 лет, 20.09.2004, [h _{1%}] = 1,2 м | | 3 | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 2 | | | | | Формализованный уровень последствий (С) |
| 5 | Пр. 544, М-43, 1954, 38 лет, 11.06.1992, [h _{1%}] = 0,6 м | | 1 | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Затонул. Нарушение ЭТД с образованием пробойны. (5). |
| 7 | Пр. 544, М-260, 1957, 31 год, 17.11.1988, [h _{1%}] = 1,2 м | | 3 | 2 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Затонул от удара в борт другим судном в загоде. (4). |
| | | | 3 | 2 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Затоплены МО и корма. Нарушение ЭТД, эксплуатация водотечного судна. (4). |

Продолжение табл. 3

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|
| 9 | Пр. 603, СП-4, 1961, 30 лет, 25.06.1991, [h _{1%}] = 2 м | 2 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | 3 | | | | | | | | | 3 | 1 | | | | | | | 2 | | | | Затонул. Неправильная погрузка груза, окончательное затонуло от поступления воды в открытые иллюминаторы. (5). |
| 10 | Пр. 603, СП-11, 1963, 21 год, 23.01.1984, [h _{1%}] = 2 м | 2 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Затонул. Неправильная погрузка груза, окончательное затонуло от поступления воды в открытые иллюминаторы. (5). | | |
| 11 | Пр. 603А, СП-21, 1966, 19 лет, 21.08.1985, [h _{1%}] = 2 м | 2 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | Опрокидывание и затопление. Нарушение инструкции по погрузке-выгрузке. (4). | | | |
| 12 | Пр. 623/1480, Некрасов, 1959, 46 лет, 04.10.2005, [h _{1%}] = 2 м | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | Опрокидывание и затопление с тяжелыми последствиями. Нарушение инструкции по погрузке-выгрузке. (5). | | | |

Продолжение табл. 3

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|--|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|---|--|--|
| 13 | Пр. 774, СП-62, 1971, 30 лет, 12.11.2001, [И _{1%}] = 1,2 м | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 3 | 1 | 3 | Затонул. Судоводитель- ская ошибка, навал на плотину. (5). |
| 14 | Пр. 780, ОМ-362, 1960, 39 лет, 16.06.1999, [И _{1%}] = 2 м | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 3 | 1 | Опрокидывание и затопление из-за нарушения условий отстоя. (4). |
| 15 | Пр. 81080, Московский-8, 1985, 3 года, 19.08.1988, [И _{1%}] = 2 м | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 3 | Опрокидывание и затопление из-за халатности экипажа. (4). |
| 16 | Пр. 81210, ТСКПА-501, 1989, 16 лет, 22.09.2005, [И _{1%}] = 1,2 м | 3 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | Затонул. Нарушение ЭГД, эксплуатация водотечного судна. (4). | |

Продолжение табл. 3

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|---|--|--|---|---|---|--|--|--|--|--|
| 28 | Пр. 944, МП-292, 1977, 24 года, 04.10.2001, [н _{1%}] = 1,2 м | 2 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 3 | | | | | | Затонул после навала на затопленное судно при негодном т/с. (5). |
| 33 | Пр. М-105, ВТ- 120, 1958, 26 лет, 26.11.1984, [н _{1%}] = 1,2 м | 2 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 2 | | | | Затонул из-за открытых забортных отверстий во время отстоя. (4). | |
| 35 | Пр. Р-83, Мелодня, 1981, 19 лет, 21.07.2000, [н _{1%}] = 1,2 м | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 3 | 1 | | | | 3 | | | | | Затонул из-за пробойны в днище после удара о подводное препятствие на судовом ходу. Неудовлетворительное содержание пути. (4). | |
| 36 | Пр. Р-92А, 541, 1979, 6 лет, 01.07.1985, [н _{1%}] = 1,2 м | 2 | | | | | | | | | | | | | | 3 | 2 | 1 | | | | 2 | | | | | Затонул. Судоводительская ошибка. (4). | |

Продолжение табл. 3

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|---|---|--|--|--|--|--|---|---|--|---|
| 37 | Пр. Р-92А, 516, 1975, 9 лет, 04.06.1984, [h _{1%}] = 1,2 м | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 1 | | | | | | | | 2 | Затонул. Судоводитель- ская ошибка. (4). | | |
| 39 | Пр. СП-40А, СПЖ-49, 1974, 25 лет, 05.11.1999, [h _{1%}] = 1,2 м | 2 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 1 | 1 | | | | | | | 3 | Затонул. Неустранимая водотечность. (4). | | |
| 42 | Пр. Т-101Б, Пу- тейский-89, 1956, 36 лет, 28.07.1992, [h _{1%}] = 1,2 м | 2 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 3 | | | | | | | | | 2 | Затонул при столкнове- нии с другим судном. Пьяный судоводитель. (5). | |
| 70 | Пр. 544, Т-26, 1958, 32 года, 04.09.1990, [h _{1%}] = 1,2 м | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | 3 | Пожар. Нарушение ПТЭ. Погиб магрос- каспир. (4). | |
| 93 | Пр. Т-101П, 3, 1967, 34 года, 03.09.2001, [h _{1%}] = 1,2 м | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | 1 | 3 | | | | | | | | 3 | Пожар. Судно выгорело до металла. (4). |

Продолжение табл. 3

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|---|---|---|
| 100 | Пр. 81108, 3708, 1990, 12 лет, 27.11.2002, [h _{1%}] = 2 м | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 3 | 3 | 2 | Перелом корпуса, по- садка на мель. Нарушение ППР. (4). | |
| 105 | Пр. 944, СУ-11, 1972, 32 года, 21.07.2004, [h _{1%}] = 1,2 м | 1 | 2 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 3 | | | | | | | | | | | | 2 | Перелом корпуса. Нарушение ИПВ. (4). | | |
| 107 | Пр. 944А, МП- 126, 1984, 5 лет, 02.10.1989, [h _{1%}] = 1,2 м | 2 | 2 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 3 | 2 | Перелом корпуса. Нарушение ППЭ. (4). | |
| 113 | Пр. КС-63/К, Ма- ленький Георгий, 1987, 17 лет, 25.06.2004, [h _{3%}] = 3,5 м | 2 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 3 | 2 | Перелом корпуса. Нарушение ППЭ. (4). |

Продолжение табл. 3

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|---|--|--|
| 116 | Пр. М-105, Сун-тар, 1962, 23 года, 17.12.1985, [h ₁₉₆] = 1,2 м | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 3 | 2 | Перелом корпуса. Неудовлетворительные условия отстоя. (4). | |
| 124 | Пр. СП-40, СПК-52, 1975, 11 лет, 19.12.1986, [h ₁₉₆] = 1,2 м | 2 | 2 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 2 | Перелом корпуса. Нарушение ЭГД. (4). | |
| 125 | Пр. СП-40, СП-43, 1971, 14 лет, 14.12.1985, [h ₁₉₆] = 1,2 м | 2 | 2 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 2 | Перелом корпуса. Нарушение ЭГД. (4). | |
| 126 | Пр. Г-101Б, Пу-тейский-1, 1967, 21 год, 16.08.1988, [h ₁₉₆] = 1,2 м | 1 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 3 | 2 | Перелом корпуса. Неудовлетворительные условия отстоя. (4). |

Таблиця 4

Формальная оценка риска ПС

| Опасность | Все случаи | | | Катастрофы | | |
|-----------|------------|----------|----------|------------|----------|----------|
| | <i>F</i> | <i>C</i> | <i>R</i> | <i>F</i> | <i>C</i> | <i>R</i> |
| 1.1 | 0,14 | 1,67 | 0,23 | 0,36 | 2,22 | 0,79 |
| 1.2 | 2,93 | 1,47 | 4,32 | 4,29 | 2,88 | 12,34 |
| 1.3 | 2,84 | 1,01 | 2,87 | 2,62 | 1,82 | 4,76 |
| 1.4 | 4,13 | 0,89 | 3,69 | 3,21 | 1,99 | 6,39 |
| 1.5 | 0,42 | 0,78 | 0,33 | 0,12 | 1,33 | 0,16 |
| 1.6 | 2,35 | 1,09 | 2,56 | 0,48 | 2,92 | 1,39 |
| 1.7 | 1,06 | 0,67 | 0,70 | 0,95 | 1,46 | 1,39 |
| 1.8 | 0,14 | 2,72 | 0,38 | 0,71 | 2,72 | 1,94 |
| 1.9 | 0,09 | 1,08 | 0,10 | - | - | - |
| 1.10 | 0,56 | 0,85 | 0,48 | 0,48 | 2,50 | 1,19 |
| 1.11 | 0,56 | 1,18 | 0,67 | 0,12 | 1,67 | 0,20 |
| 1.12 | - | - | - | - | - | - |
| 2.1 | 0,14 | 1,28 | 0,18 | 0,60 | 1,33 | 0,79 |
| 2.2 | 0,05 | 0,83 | 0,04 | - | - | - |
| 2.3 | 0,19 | 1,29 | 0,24 | 0,83 | 1,33 | 1,11 |
| 2.4 | 0,28 | 3,36 | 0,95 | 0,95 | 4,29 | 4,09 |
| 3.1 | - | - | - | - | - | - |
| 3.2 | 0,19 | 1,71 | 0,32 | 0,24 | 2,83 | 0,67 |
| 3.3 | 0,14 | 2,50 | 0,35 | 0,24 | 4,00 | 0,95 |
| 3.4 | 0,66 | 2,26 | 1,49 | 1,67 | 3,05 | 5,08 |
| 3.5 | 1,06 | 2,67 | 2,82 | 2,50 | 3,89 | 9,72 |
| 3.6 | 2,07 | 1,28 | 2,64 | 1,67 | 2,76 | 4,60 |
| 3.7 | 0,59 | 1,65 | 0,97 | 1,55 | 2,03 | 3,13 |
| 3.8 | 0,14 | 4,39 | 0,62 | 0,71 | 4,39 | 3,13 |
| 3.9 | 0,77 | 1,34 | 1,04 | 1,43 | 2,14 | 3,06 |
| 3.10 | 0,16 | 3,81 | 0,63 | 0,83 | 3,81 | 3,17 |
| 3.11 | 0,02 | 2,67 | 0,06 | 0,12 | 2,67 | 0,32 |
| 3.12 | 0,77 | 2,58 | 2,00 | 0,83 | 3,81 | 3,17 |
| 3.13 | 4,04 | 1,63 | 6,58 | 4,29 | 3,05 | 13,06 |

- опасности 3.4 (навигационные ошибки), 3.5 (контакт со льдом, контакт со стенками причалов и шлюзов, столкновение с другим судном), 3.6 (халатное отношение служб порта, бассейнового управления, СРЗ) имеют 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;

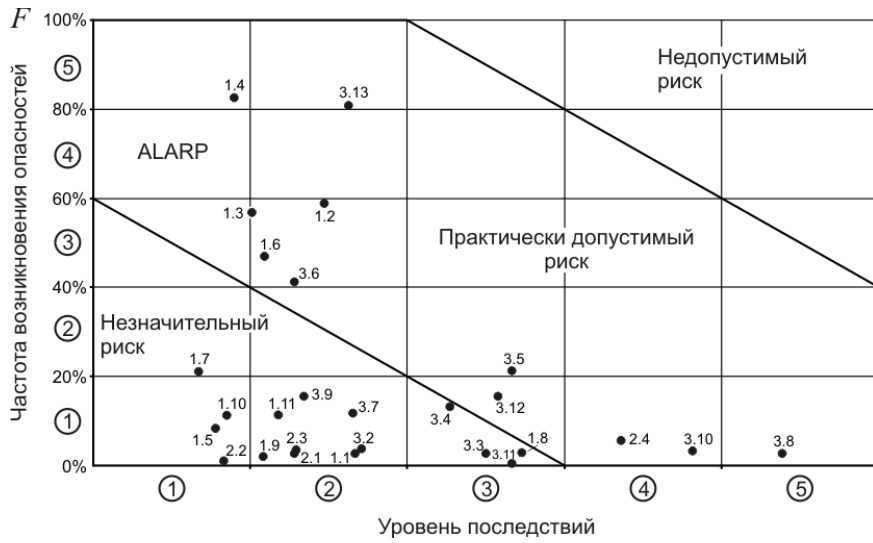


Рис. 1. Матрица риска ПС (для всех исследованных аварий)

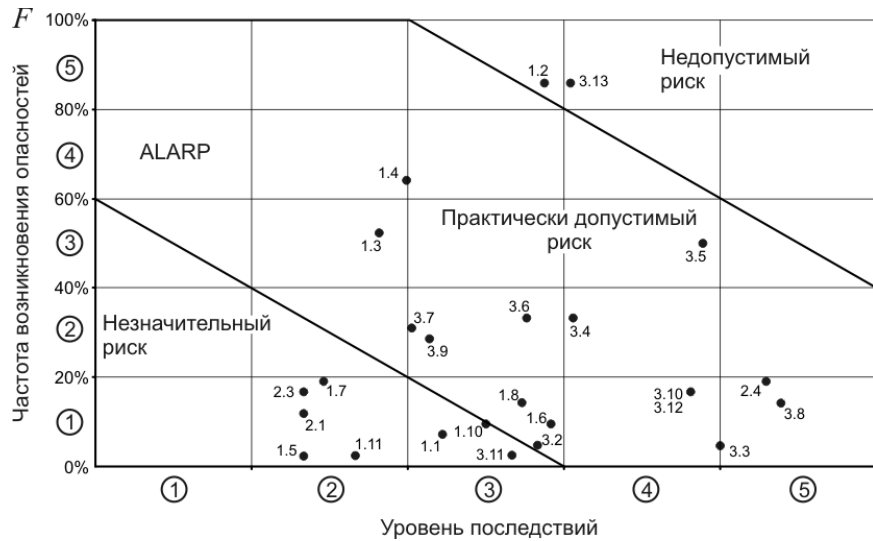


Рис. 2. Матрица риска ПС (для катастроф)

- опасности 2.4 (нарушение ограничений «Информации об остойчивости и непотопляемости»), 3.3 (посадка на мель) и 3.8 (перегруз судна) относятся к зоне «ALARP» за счет тяжести последствий (следует отметить, что перегруз пассажирского судна является самой серьезной проблемой для относительно небольших судов, тяжесть последствий данной опасности наибольшая среди всех);

- 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 ПС 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 – совершенно не допустимо, чтобы пассажирскими судам управляли случайные люди.

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 морским судам с флагом России и приведенным в табл. 5, количество аварийных случаев, начиная с 2004 года, увеличивается. Статистика 2007 года, с учетом событий в Керченском проливе, эту отрицательную тенденцию сохранила. Уменьшение количества аварийных случаев в 2008 и 2009 годах связано с известными явлениями экономического кризиса, в период которого число эксплуатирующихся судов значительно сократилось. Уже, начиная с 2010 года, наблюдается рост аварийных случаев. В 2011 году произошли катастрофы пассажирского дизель-электрохода «Булгария» и буровой платформы «Кольская».

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

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

На рис. 3 наблюдается устойчивый рост аварийности для судов старше 17 лет с пиком катастроф для судов с возрастом 24-27 лет.

Таблица 5

Динамика аварийных случаев с морскими судами под флагом России

| Классификация аварийных случаев | 2002 год | 2003 год | 2004 год | 2005 год | 2006 год | 2007 год | 2008 год | 2009 год | 2010 год |
|---------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Кораблекрушения | 3 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 3 | 3 | - |
| Аварии | 4 | 1 | 4 | 1 | 3 | 4 | 1 | 4 | 3 |
| Аварийные случаи | 55 | 35 | 37 | 58 | 64 | 66 | 44 | 24 | 54 |
| Всего | 62 | 42 | 48 | 66 | 74 | 77 | 48 | 31 | 57 |

Рис. 4 позволяет отметить некоторый рост количества аварийных случаев с 1999 года и в последующих годах и, особенно, с 2006 года.

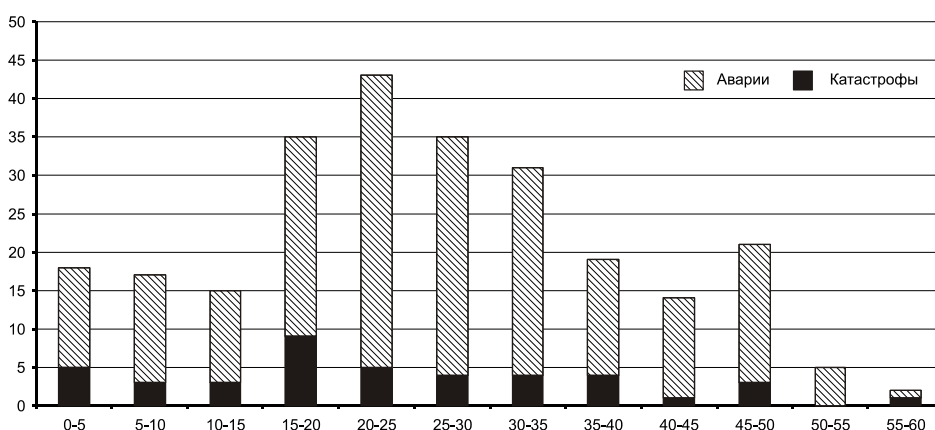


Рис. 3. Зависимости количества аварий и катастроф ПС от возраста

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

Как видно из табл. 6, при всех уровнях последствий чуть больше четверти всех случаев составляют случаи повреждения машин и механизмов, затем примерно по 20,7 % – пожары (взрывы), повреждения корпуса и затопления, около 10 % – повреждения устройств.

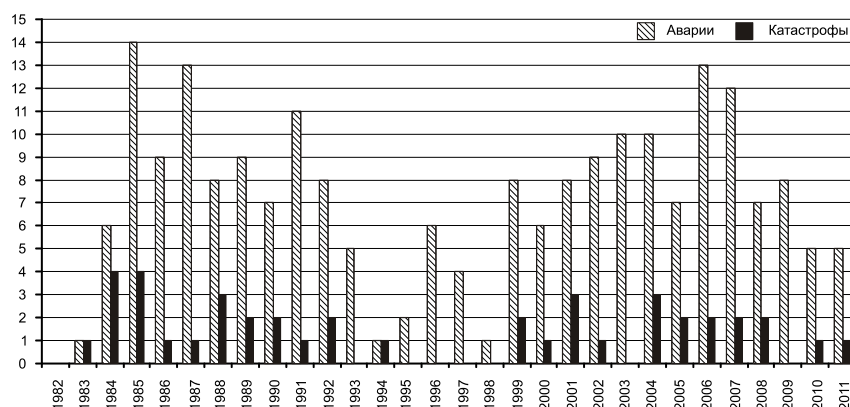


Рис. 4. Распределение количества аварий и катастроф ПС по годам

Таблица 6

Распределение по классам аварий

| Класс аварии | Затопление | Повреждения машин и механизмов | Пожары и взрывы | Повреждения корпуса | Повреждения устройств | Σ |
|--|------------|--------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------|---------|
| Аварии и катастрофы | | | | | | |
| Количество | 46 | 58 | 44 | 43 | 22 | 213 |
| Относительная доля | 21,6 % | 27,2 % | 20,7 % | 20,2 % | 10,3 % | 100,0 % |
| Аварии | | | | | | |
| Количество | 16 | 58 | 42 | 33 | 22 | 171 |
| Относительная доля | 9,4 % | 33,9 % | 24,6 % | 19,3 % | 12,9 % | 100,0 % |
| Катастрофы | | | | | | |
| Количество | 30 | 0 | 2 | 10 | 0 | 42 |
| Относительная доля | 71,4 % | 0,0 % | 4,8 % | 23,8 % | 0,0 % | 100,0 % |
| Относительная опасность класса аварии | | | | | | |
| Доля аварий в общем количестве событий | 35 % | 100 % | 95 % | 77 % | 100 % | |
| Доля катастроф в общем коли- | 65 % | 0 % | 5 % | 23 % | 0 % | |

| | | | | | | |
|---------------|--|--|--|--|--|--|
| Число событий | | | | | | |
|---------------|--|--|--|--|--|--|

Достаточно интересным представляется относительная опасность класса аварии. В двух третях всех событий, связанных с затоплением и потерей остойчивости, происходит гибель пассажирского судна. Почти каждое четвертое судно с повреждением корпуса гибнет.

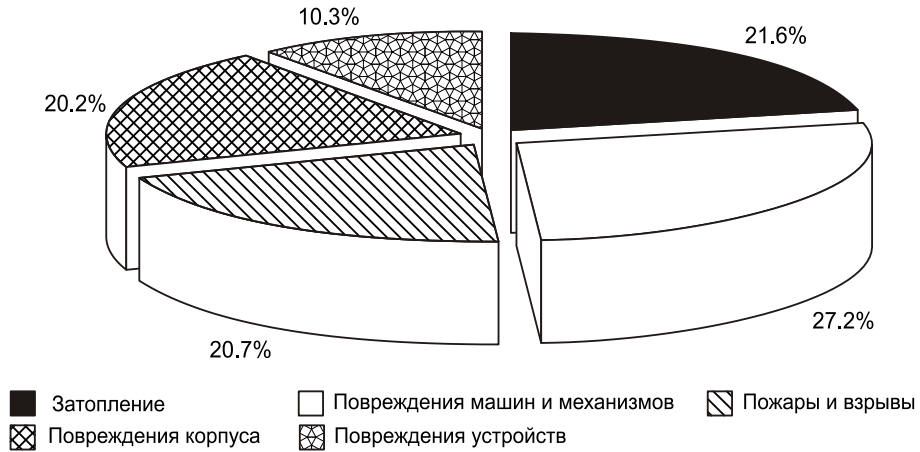


Рис. 5. Роль различных классов аварий (при всех уровнях последствий)

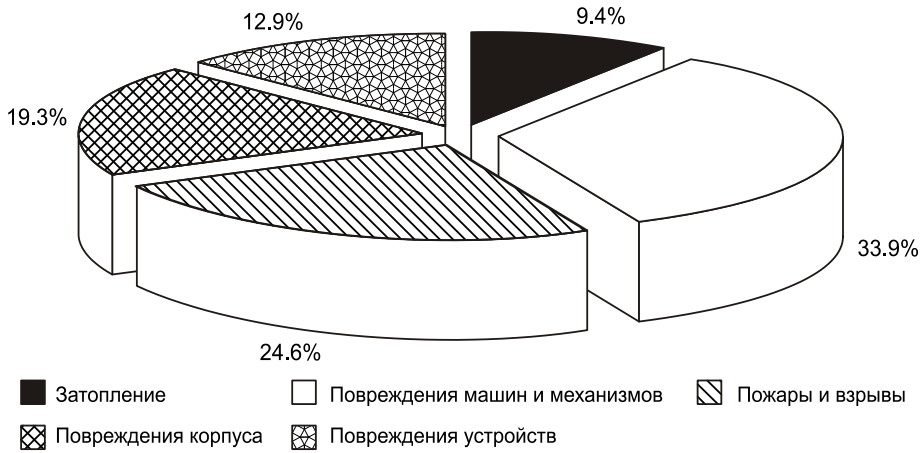


Рис. 6. Роль различных классов аварий (при уровнях последствий C = 1, 2, 3)

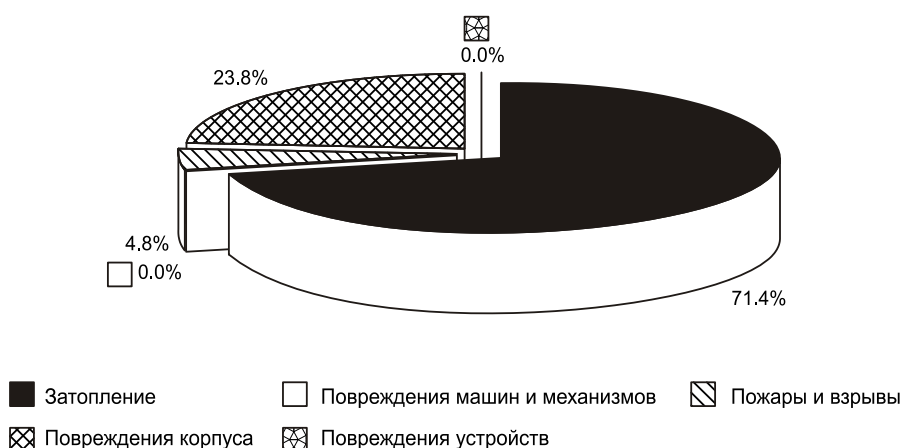


Рис. 7. Роль различных классов аварий
(при уровнях последствий $C = 4$ и 5)

Учитывая, что общее количество находившихся ежегодно в эксплуатации речных ПС, составляло около 800 судов, частота кораблекрушений с ПС за 1983-2011 годы достигло примерно 1,7 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.

Ежегодная вероятность аварий и аварийных происшествий с ПС за 1983-2011 годы составляет грубо 6 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 ПС при сохранении приемлемого уровня эффективности возможно только при обеспечении системного подхода на всех стадиях жизненного цикла ПС, включая этапы классификации и требований Правил, проектирования, строительства, эксплуатации, освидетельствований, ремонта и модернизации. Необходим индивидуальный подход к существующим судам, учитывающий условия эксплуатации, ограничения водных путей и портов, ледовую обстановку.

Кардинальное долговременное решение проблемы требует строительства нового флота ПС [2, 8].

Среди технических рекомендаций с позиции безопасности судоходства и экологической безопасности при проектировании пассажирских судов можно выделить следующие меры по снижению риска:

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 заборной 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.

Стаття надійшла до редакції 21 вересня 2012 р.