

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ РИСКОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПАССАЖИРСКИХ СУДОВ ВНУТРЕННЕГО И СМЕШАННОГО ПЛАВАНИЯ

А. А. Семин, нач. департамента судостроения

«ЛИГИР-ИТБС», г. Киев

Аннотация. Обоснована целесообразность применения методов формализованной оценки рисков, идентифицированы опасности, которые могут возникать при решении задач проектирования или переоборудования пассажирских судов и служить причинами неоптимальных технико-эксплуатационных параметров. Произведена вероятностная оценка влияния опасностей и определены уровни формализованного риска. По полученным результатам уровень комфортабельности определен в качестве максимального фактора коммерческого риска.

Ключевые слова: пассажирское судно, проектирование, комфортабельность, идентификация опасностей, риск.

Анотація. Обґрунтовано доцільність застосування методів формалізованої оцінки ризиків, ідентифіковано небезпеки, які можуть виникати при вирішенні задач проектування або переобладнання пасажирських суден і служити причинами неоптимальних техніко-експлуатаційних параметрів. Проведено імовірнісну оцінку впливу небезпек і визначено рівні формалізованого ризику. За отриманими результатами рівень комфортабельності визначений як максимальний фактор комерційного ризику.

Ключові слова: пасажирське судно, проектування, комфортабельність, ідентифікація небезпек, ризик.

Abstract. The applicability of formalized risk assessment has been defined, the hazards have been identified which can arise when solving design problems or re-equipping of passenger ships and be the cause of non-optimal technical and operational parameters. The probabilistic assessment of hazards impact has been made and levels of formal risk have been defined. According to the obtained results the vessel convenience has been defined as the maximum factor of the commercial risk.

Keywords: passenger ship, design, vessel convenience, risk identification, risk.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Проектирование пассажирских судов внутреннего и смешанного плавания (ПСВСП) с применением известных ранее методик как судов, выполняющих линейно-транспортные перевозки, на которых обустроивались помещения для всех социальных категорий пассажиров, во многих случаях (часто сразу после ввода судна в строй) приводило к тому, что суда оказывались неприспособленными к деятельности в новых условиях. Как правило, это приводит к упущенной выгоде, значительным дополнительным финансовым вложениям в переоборудование и модернизацию или переводу в другой сектор рынка перевозки пассажиров, не отвечающий изначальным планам использования судна. Таким образом, некорректное определение концепции будущего ПСВСП, а также способов его конструирования на начальных этапах приводит в итоге к тому, что построенное судно не удовлетворяет изначальным планам и ожиданиям заказчика в части экономической эффективности или технических функций. Это является следствием того, что перед началом проектирования, как правило, не проводится всесторонний анализ и учет рисков, которые могут возникать в процессе проектирования и коммерческой эксплуатации ПСВСП.

Актуальность указанной задачи сегодня особенно возрастает в связи с более четким разделением всей совокупности потенциальных пассажиров на вполне

различимые социальные группы (по возрасту, благосостоянию, интересам и т. д.), для которых требуется обеспечение различного уровня и номенклатуры услуг на борту судна.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ состоит в необходимости идентификации коммерческих рисков, возникающих на ранних стадиях проектирования ПСВСП, оценке их уровня опасности и выявлении опасностей, представляющих наибольший риск в процессе определения концептуальной направленности, конструирования и дальнейшей эксплуатации будущего пассажирского судна.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

В настоящий момент некоторые факторы риска и уровень безопасности регламентируются, главным образом, правилами классификационных обществ, международными морскими конвенциями и некоторыми национальными нормативными актами, такими, как государственные санитарные правила для морских и речных судов [2, 3], требования техники безопасности при проектировании речных и морских судов и т. п. Положения перечисленных выше документов, как правило, охватывают требования, предъявляемые к конструкции корпуса, энергетическому, электрорадионавигационному оборудованию, конвенционному снабжению, и реализуются уже в процессе технического или рабочего проектирования судна.

Вместе с тем некоторая часть ошибок, связанных с недостатками проработки концепции будущего пассажирского судна и его оборудования (по разным причинам), закладывается в проект еще на ранних стадиях. При дальнейшем проектировании такие ошибки представляют собой мощные факторы коммерческого риска, негативно влияющие на формирование конструкции судна и его технико-эксплуатационные показатели.

Следует отметить, что коммерческие риски, как правило, поддаются простым математическим оценкам путем определения фактического уровня эффективности судна и сравнения его с коммерчески успешным «судном-эталонном». Однако для ПСВСП такой способ неприменим, в силу того что построенные в период СССР суда внутреннего плавания на сегодняшний день являются физически и морально устаревшими, а разработанные проекты пассажирских судов смешанного плавания не были реализованы. Таким образом, сегодня отсутствует опыт конструирования современных коммерчески успешных ПСВСП.

Учитывая указанные выше обстоятельства, для определения и оценки факторов риска по отношению к ПСВСП были применены международные нормативные документы по вероятностным методам оценки рисков [1, 4–9]. Методы «Consequence/probability matrix» и «Failure modes and effect analysis» [8] рекомендованы для оценки рисков, к которым можно отнести и коммерческие риски, возникающие еще на этапе проектирования судна и связанные с его строительством и дальнейшей эксплуатацией. Указанные методы применены в данной работе совместно с ме-

тодом «Formal safety assessment» [6], рекомендованным ИМО. Применение данных методов позволило обоснованно создать принципиально новый подход к определению главных элементов ПСВСП, непосредственно учитывая неблагоприятные технико-эксплуатационные параметры ПСВСП. Процедура реализации состояла из следующих шагов: выяснения (идентификация) опасностей, анализа риска, определения возможностей контроля риска, разработки рекомендаций для выработки окончательного решения.

Применительно к проектированию ПСВСП это позволило: выполнить подробный анализ возможных концептуальных ошибок на ранних стадиях проектирования; произвести оценку риска ранее разработанных проектов ПСВСП; скорректировать и создать новую методологию в области проектирования для дальнейшего строительства или переоборудования существующих ПСВСП с учетом выполненной оценки риска, что даст возможность повысить коммерческую привлекательность будущего судна.

В данной статье в процесс идентификации опасностей, связанных с ошибками на ранних стадиях проектирования, были положены данные о недостатках пассажирских судов, работающих на отечественных ВВП, а также на ВВП России и Западной Европы. Необходимая информация для построения так называемого дерева опасностей (рис. 1) была получена автором путем анализа имеющихся проектов ПСВСП, а также отзывов туроператоров, судовладельцев и инженеров, деятельность которых связана с эксплуатацией и ремонтом существующих ПСВСП.



Рис. 1. Дерево опасностей, являющихся причинами неблагоприятных технико-эксплуатационных параметров ПСВСП

Относительная частота появления опасности (фактора риска, оказывающего негативное воздействие на качество проекта и дальнейшую коммерческую эффективность судна) определена по формуле [2]

$$W(A) = \frac{m}{n}, \quad (1)$$

где m – число появлений события; n – общее число испытаний.

Применительно к данной работе формула (1) была преобразована в следующую зависимость:

$$W = \frac{S}{N_s},$$

где S – количество субстандартных судов, влияющих на повышение опасности; N_s – общее количество судов в данной категории опасности.

При определении W для опасности, связанной с ограничениями по погодным условиям, величина N_s обозначает общее количество эксплуатационного времени в сутках, S – количество суток простоя, вызванное неблагоприятными погодными условиями.

Результаты определения W для каждого фактора риска приведены в табл. 1 и 2. Полученные значения относительной частоты W можно принять за приближенное значение вероятности появления опасности [2]. Значения W , полученные для судов, работающих под флагами Украины и России, существенно превосходят такие значения для судов, работающих на внутренних водных путях (ВВП) Западной Европы. Таким образом, можно обоснованно констатировать, что конструктивные особенности отечественных ПСВСП значительно ухудшают их коммерческую привлекательность на рынке круизных перевозок по сравнению с западноевропейскими ПСВСП.

Таблица 1. Относительная частота появления опасности для судов, работающих под флагами Украины и России

Фактор риска	N_s	S	W
Уровень комфортабельности	135	69	0,51
Общее расположение	135	77	0,57
Ограничения по погодным условиям и районам плавания	100	1	0,01
Главные размерения и характеристики	135	51	0,38
Моральное старение	135	128	0,95

Таблица 2. Относительная частота появления опасности для судов, работающих под флагами стран Западной Европы

Фактор риска	N_s	S	W
Уровень комфортабельности	160	10	0,06
Общее расположение	160	15	0,09
Ограничения по погодным условиям и районам плавания	100	1	0,01
Главные размерения и характеристики	160	25	0,16
Моральное старение	160	15	0,09

Для построения матриц риска для существующих ПСВСП, работающих на ВВП Украины, Западной Европы и России, для каждой опасности в табл. 1 и 2 определен уровень риска R . Индексы вероятности P присвоены по четырехбалльной шкале исходя из диапазона относительной частоты W негативного воздействия на проект:

«1» – 0...0,25 – очень незначительная вероятность;

«2» – 0,26...0,50 – незначительная вероятность;

«3» – 0,51...0,75 – существенная вероятность;

«4» – 0,76...1,00 – высокая вероятность.

При оценке последствий C также использовалась четырехбалльная шкала, согласно которой индекс «4» был присвоен опасности, последствия которой способны оказать катастрофическое воздействие на проект, что при вводе судна в строй не позволит его эффективно эксплуатировать; «3» – присвоен опасности, последствия которой значительны, но поддаются корректировке с целью повышения эффективности судна; «2» – присвоен опасности, последствия которой незначительны и позволяют эксплуатировать судно без значительных переделок и реконструкций; «1» – присвоен опасности, последствия которой минимальны и не оказывают на эксплуатацию и содержание судна серьезного воздействия. Исходя из анализа последствий воздействия на существующие ПСВСП опасностей, перечисленных выше, индексы были распределены следующим образом:

«4» – уровень комфортабельности;

«3» – общее расположение помещений и моральное старение;

«2» – главные размерения и характеристики;

«1» – ограничения по погодным условиям и районам плавания.

В качестве оценки уровня незначительного риска выбран низший уровень опасности «1», вероятность воздействия от которого минимальна ($W = 0,25$ и ниже) и не оказывает на эксплуатацию и содержание судна серьезного воздействия. В качестве уровня высокого риска выбран уровень опасности «4» ($W = 0,76$ и выше).

На основе данных табл. 3 и 4 построены матрицы риска ПСВСП, эксплуатирующихся под флагами Украины, России и стран Западной Европы. На рис. 2 цифры напротив точек обозначают следующие виды опасности: 1 – уровень комфортабельности; 2 – общее расположение; 3 – ограничения по погодным условиям и районам плавания; 4 – главные размерения и характеристики; 5 – моральное старение.

Матрицы риска дают четкое представление о том, что наибольший риск представляет собой недостаточный уровень комфортабельности ПСВСП. Вместе с тем ПСВСП, эксплуатирующиеся под флагами стран ЕС, в настоящий момент практически не подвержены высоким рискам, характерным для отечественных пассажирских судов.

Таблиця 3. Уровни риска при проектировании ПСВСП, эксплуатирующихся под флагами Украины и России

Опасность	<i>P</i>	<i>C</i>	Риск $P \times C$
Уровень комфортабельности	3	4	12
Общее расположение	3	3	9
Ограничения по погодным условиям и районам плавания	1	1	1
Главные размерения и характеристики	2	2	4
Моральное старение	4	3	12

Таблиця 4. Уровни риска при проектировании ПСВСП, эксплуатирующихся под флагами стран Западной Европы

Опасность	<i>P</i>	<i>C</i>	Риск $P \times C$
Уровень комфортабельности	1	4	4
Общее расположение	1	3	3
Ограничения по погодным условиям и районам плавания	1	1	1
Главные размерения и характеристики	1	2	2
Моральное старение	1	3	3

При выработке мер по снижению уровня рисков, используя полученные результаты, можно сделать

вывод, что следует уделить особое внимание рискам, связанным с уровнем комфортабельности отечественных ПСВСП и их моральным старением. Риск, связанный с общим расположением отечественных ПСВСП, хоть и находится в зоне допустимого риска «ALARP», но также достаточно высок. Вместе с тем все риски, относящиеся к ПСВСП, работающим под флагами стран ЕС, находятся у нижней границы зоны допустимого риска «ALARP».

Для снижения указанных рисков для вновь проектируемых и переоборудуемых судов особое значение приобретает как можно более точный учет заданного уровня комфортабельности. В большинстве случаев это автоматически затрагивает общее расположение помещений и влечет за собой изменение главных размерений и характеристик. Таким образом, получение коммерчески успешного пассажирского судна неизбежно связано как можно с более точным определением таких дополнительных параметров судна:

- общей площади всех палуб в зависимости от требуемого уровня комфорта;
- площади функциональных блоков помещений в зависимости от требуемого уровня комфорта и общей площади всех палуб;
- главных размерений и характеристик.

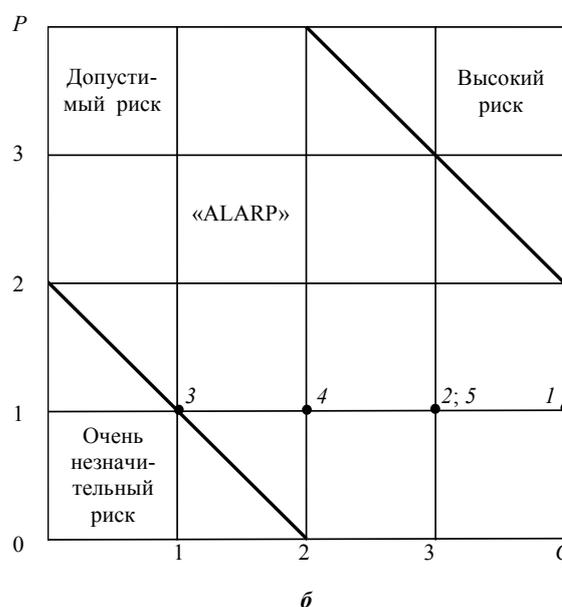
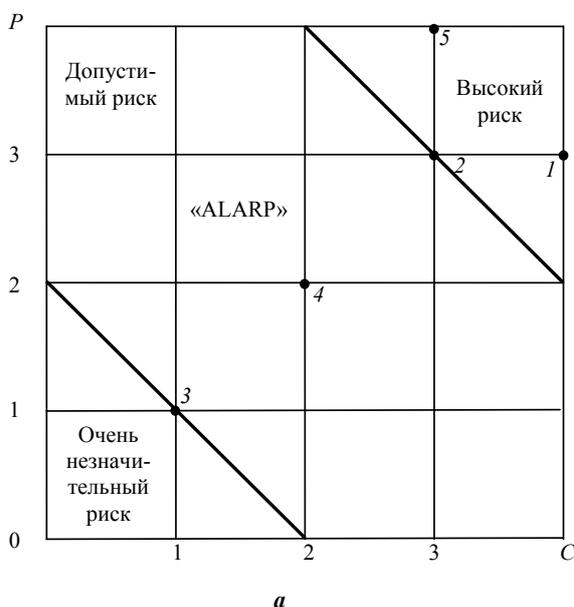


Рис. 2. Матрица риска для ПСВСП, работающих под флагами Украины и России (а), а также стран Западной Европы (б)

ВЫВОДЫ

1. Для определения и оценки факторов коммерческого риска на стадии проектирования судна впервые применены международные нормативные документы по вероятностным методам оценки рисков. По рекомендациям данных документов идентифицированы и ранжированы опасности, которые могут возникать при решении задач проектирования или переоборудования

ПСВСП и служить причинами неблагоприятных технико-эксплуатационных параметров ПСВСП.

2. Впервые произведена вероятностная оценка влияния опасностей при проектировании и конструировании ПСВСП и определены уровни формализованного коммерческого риска. Это позволило обоснованно выделить уровень комфортабельности судна в качестве максимального фактора коммерческого риска.

3. Выработка методов, позволяющих получить значения площадей, главных размерений и пропульсивных характеристик ПСВСП в зависимости от заданного уровня комфортабельности, даст возможность обоснованно регулировать уровень риска на каждом этапе определения главных элементов проектируемого судна, и, в конечном итоге, позволит повысить коммерческую привлекательность проектируемых и переоборудуемых ПСВСП.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Аспекты безопасности. Правила включения в стандарты [Текст] : ГОСТ Р 51898–2002. – Действует с 2002–05–06. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 6 с.
- [2] **Гмурман, В. Е.** Теория вероятностей и математическая статистика [Текст] : учеб. пособие для втузов / В. Е. Гмурман. – М. : Высшая школа, 1977. – 479 с.
- [3] Державні санітарні правила для морських суден України [Текст] : ДСП 7.7.4 – 057–2000 : затв. голов. держ. сан. лікар України 20.12.2000 / М-во охорони здоров'я України. – К., 2000. – 97 с.
- [4] Державні санітарні правила для річкових суден України [Текст] : ДСП 7.7.4.048–99: затв. голов. держ. сан. лікар України 01.12.99 / М-во охорони здоров'я України. – К., 1999. – 115 с.
- [5] Менеджмент риска. Термины и определения [Текст] : ГОСТ Р 51897–2002. – Действует с 2002–05–30. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 7 с.
- [6] Guidelines for formal safety assessment (FSA) for use in the IMO rule-making process [Text] : MSC/Circ. 1023: 5 April 2002 / Intern. Maritime Organization, 2002.
- [7] Risk management – Principles and guidelines [Text] : ISO 31000:2009 (E). – Действует с 2009–11–15. – Geneva : Intern. Organization for Standardization, 2009. – 24 p.
- [8] Risk management – Risk assessment techniques [Text] : IEC/ISO 31010:2009. – Действует с 2009–11. – Geneva : Intern. Electrotechnical Commission, 2009. – 188 p.
- [9] Risk management – Vocabulary [Text] : ISO GUIDE 73:2009 (E/F). – Действует с 2009–01–01. – Geneva : Intern. Organization for Standardization, 2009. – 15 p.

© О. А. Сьомін

Надійшла до редколегії 05.02.13

Статтю рекомендує до друку член редколегії Вісника НУК

д-р техн. наук, проф. *В. О. Некрасов*

Статтю розміщено у Віснику НУК № 1, 2013