

УДК 656.61.08

Оценка эффективности процедур по защите безопасности судна

В.И. Меньшиков¹, В.В. Ковальчук², А.Н. Папуша³, И.А. Кулезнёв¹

¹ Морская академия МГТУ, кафедра судовождения

² Институт экономики, управления и международных отношений МГТУ,
кафедра информационных систем и прикладной математики

³ Политехнический институт МГТУ, кафедра механики сплошных сред
и морского нефтегазового дела

Аннотация. Рассмотрены основные виды угроз безопасности судна: ошибки судовых специалистов, отказы критичных элементов, сбои программного обеспечения судовых технических средств. Описаны организационные средства по минимизации последствий этих угроз. Предложена оценка надежности защиты безопасности судна в качестве вероятностных характеристик опасного события.

Abstract. Main types of threats of vessel safety have been considered: mistakes of ship experts, refusals of critical elements, failures of software of ship technical means. Some organizational means on minimization of consequences of these threats have been described. The assessment of reliability of vessel safety protection as probabilistic characteristics of a dangerous event has been proposed.

Ключевые слова: эффективность, защита, безопасность, судно

Key words: efficiency, protection, safety, vessel

1. Введение

Необходимо исследовать эффективность процедур по защите безопасности судна для минимизации вероятности возникновения аварийных ситуаций. В теории безопасности при формировании критерия вида состояния (опасное или безопасное) целесообразно использовать понятие "ущерб", характеризующее потерю здоровья или жизни людей, убытки или непредвиденные расходы, урон или вред, который наносится при выполнении транспортных или иных морских операций, и сопрягается с ущербом объектам, окружающей природной среде. Поэтому безопасным состоянием судна, в первую очередь, следует считать такое состояние, в котором риск понесенного текущего ущерба не будет превышать его приемлемого значения. Риск при приемлемом ущербе можно назвать приемлемым риском и использовать его при планировании морских операций (Кукуи и др., 2008). В тех же случаях, когда риск ущерба превышает приемлемое значение, судно будет находиться в опасном для эксплуатации состоянии. Ущерб может иметь любой вид: материальный, моральный, политический. Приемлемое значение ущерба должно устанавливаться в нормативно-технической документации системы управления безопасностью компании (СУБ) и определяться в зависимости от состояния (экономического, социального) этой компании.

Очевидно, что неработоспособное судно может находиться в безопасном (при котором угроза наступления опасного события исключена) состоянии. В то же время, работоспособное (неисправное или исправное) судно, решая соответствующие своему функциональному назначению задачи, может находиться в опасном состоянии. Следовательно, находящееся в работоспособном состоянии судно обладает свойством безотказности, а находящееся в безопасном состоянии – свойством безопасности. Таким образом, опасное и безопасное состояния судна различаются не уровнем риска от ущерба, который может быть нанесен судном любым материальным объектам, экипажу или окружающей природной среде, а неспособностью этого судна выполнять присущие ему функциональные задачи.

В связи с этим под безопасностью, как свойством судна, на наш взгляд, следует понимать состояние, которое судно непрерывно сохраняет в течение некоторого времени эксплуатации, причем в течение заданного времени риск текущего ущерба всегда будет ниже допустимого ущерба. Свойство безопасности, как правило, формируется на этапе проектирования судна и раскрывается на последующих этапах его эксплуатации.

2. Основные угрозы безопасности судна и средства по минимизации последствий этих угроз

Безопасность судна является сложным свойством, которое включает в себя ряд аспектов, в частности таких как навигационная безопасность, техническая безопасность, экологическая безопасность. Переход судна из безопасного в опасное состояние происходит в результате какого-либо опасного события, которое образует опасную ситуацию. Опасная ситуация наступает, когда текущий ущерб превышает его допустимое значение. Обратный переход судна из опасного в безопасное

состояние осуществляется путем восстановления безопасного состояния. При этом опасная ситуация имеет вероятностный характер и создается при реализации угрозы наступления такой ситуации (угрозы безопасному состоянию судна).

Угроза безопасному состоянию судна (угроза безопасности) представляет собой событие, которое предшествует опасной ситуации, является ее предвестником. При появлении угрозы опасное событие может произойти или не произойти. Угроза безопасности возникает при выходе определенных (критических) параметров состояния судна за установленные границы, при наличии ошибок судовых специалистов, отказов критичных элементов, сбоев программного обеспечения судовых технических средств. Перечень этих параметров должен устанавливаться для конкретного судна или класса таких судов в СУБ компании, исходя из анализа условий их эксплуатации и квалификации обслуживающего персонала.

В связи с необходимостью оценки показателей безопасности и достаточно широким диапазоном причин возникновения и последствий угроз проводится их классификация. Один из возможных вариантов такой классификации содержит три основных признака, которые можно представить так: место появления угрозы, мотивы угрозы, последствия угрозы.

В соответствии с первым признаком, все угрозы можно подразделить на внутренние и внешние. К внутренним угрозам относятся отказы аппаратных средств и ошибки в программном обеспечении судовых технических средств. Внешние угрозы являются результатом воздействия на судно "человеческого элемента", сопрягаемого в процессе выполнения производственного процесса объектов и окружающей среды.

По второму признаку угрозы можно классифицировать как ненамеренные и преднамеренные. Ненамеренными угрозами являются стихийные бедствия, ошибки "человеческого элемента", обусловленные некомпетентностью или случайным нарушением инструкции по эксплуатации судовых технических средств, или отклонением условий эксплуатации и от условий, заданных в технической документации. Преднамеренные угрозы могут быть обусловлены действиями посторонних лиц, в задачу которых входит нанесение вреда судну, судовому экипажу, грузу и окружающей среде.

Третий признак позволяет делить все угрозы безопасности на три группы. К первой группе относятся угрозы, последствия которых связаны с возможной гибелью людей. В эту же группу входят угрозы аварий и катастроф. Среди угроз аварий выделяются так называемые угрозы несчастных случаев, которые характеризуются различными травмами и потерей трудоспособности членов судового экипажа. Вторую и третью группы образуют соответственно угрозы нанесения вреда окружающей среде и угрозы экономических потерь.

Для защиты судна от угроз Международная морская организация (ИМО) предложила к практическому использованию специальные организационные средства, определенные в гл. X1-2 "Специальные меры по усилению охраны на море" Международной конвенции СОЛАС-74 и Международного кодекса к этой главе. При этом процедуры защиты судов являются конфиденциальными документами и должны быть защищены от несанкционированного доступа и разглашения. Основными целями процедуры защиты судна являются: своевременная подготовка экипажа к осуществлению мер, обеспечивающих постоянную готовность быстро и эффективно реагировать на возможные угрозы, а также к принятию мер по их предотвращению; предоставление рекомендаций капитану, лицу командного состава, ответственному за защиту судна, и другому персоналу на борту судна, вовлеченному в систему защиты по выполнению мероприятий для различных уровней защиты, использованию процедур и инструкций применительно к защите на судне (*Международный кодекс...*, 2010; *Сборник циркуляров...*, 2006).

В соответствии с рекомендациями кодекса все судовые средства защиты (барьеры защиты) в зависимости от способа их реализации можно подразделить на технические, информационные, программные и административные. В рамках такой классификации можно выделить активные и пассивные средства защиты. Активные средства защиты, в первую очередь, должны быть ориентированы на свойства самоорганизации и саморегулирования судовой организации при возникновении угрозы. При этом барьеры защиты должны быть предназначены для обнаружения (идентификации) угрозы, оповещения (при необходимости) судового экипажа о появлении угрозы и проведения необходимых операций (действий) для перевода судна в так называемое защитное (как правило, неработоспособное) состояние, из которого переход в опасное состояние маловероятен (практически исключен). В то же время, с помощью пассивных барьеров защиты можно обеспечить снижение реализации соответствующего типа возможной угрозы без потери работоспособности судна. Функционирование пассивного барьера связано только с вызвавшим его работу событием и не зависит от работы другой (активной) системы защиты. Типы барьеров, а также уровень защищенности, которые они обеспечивают, определяются из анализа уязвимых судовых мест или его составных частей, а также значения ущерба, связанного с осуществлением угрозы. Кроме того, одним из важных вариантов защиты судна является возможность изменения или прекращения процесса решения целевых задач, стоящих перед ним.

3. Оценка надежности при проведении процедуры защиты состояния безопасности

При разработке процедур по защите судна от совокупности возможных угроз целесообразно использовать в качестве показателей безопасности судна вероятностные характеристики опасного события, например, вероятность того, что судно в течение некоторого времени будет находиться в безопасном состоянии $P_0(t)$, т.е. вероятность отсутствия опасного события. Эту вероятность можно найти следующим образом:

$$P_0(t) = \prod_{i=1}^n \{1 - [1 - P_{Ai}(t)] P_{Si}(t)\}, \quad (1)$$

где $P_{Ai}(t)$ – вероятность обнаружения i -й угрозы при выполнении процедуры по защите судна в течение времени t (уровень защищенности); $P_{Si}(t)$ – вероятность появления i -й угрозы в течение времени t ; n – число угроз безопасному состоянию судна.

Поскольку уровень защищенности судна от угрозы зависит от эффективности и надежности (безотказности) выполнения процедуры защиты и квалификации персонала, выполняющего эту процедуру, то вероятность обнаружения угроз $P_{Ai}(t)$ можно найти так:

$$P_{Ai}(t) = P_{Ai}^* P_{Ai}^{op}, \quad (2)$$

где P_{Ai}^* – вероятность обнаружения угрозы в результате проведения процедуры защиты от i -й угрозы при условии безотказной работы всей процедуры в целом (показатель эффективности защиты); P_{Ai}^{op} – вероятность безотказной работы процедуры защиты при нахождении i -й угрозы в течение времени t .

При использовании восстанавливающего защитного средства вместо вероятности безотказной работы в соотношении (2) можно привлекать коэффициент готовности.

Наибольшая степень сближения свойств надежности и безопасности происходит в том случае, когда в виде угрозы выступает отказ критичного защитного элемента, который обусловлен только естественным расходом технического ресурса. Вероятность безопасного состояния судна, в состав которой включено невосстанавливаемое средство защиты, обеспечивающее перевод судна в защитное (неработоспособное) состояние при отказе критичного элемента, находится с учетом формулы (1) из выражения

$$P_0(t) = 1 - q_0(t) = 1 - [1 - P_{Ai}(t)] q_{kp}(t),$$

где $q_0(t)$ – вероятность опасного отказа средства защиты на судне; $q_{kp}(t)$ – вероятность отказа критичного элемента из состава судовой защиты.

Требования по безопасности при этом задаются в виде минимально допустимого значения вероятности $q_0^{min}(t)$ опасного отказа в течение времени t . Тогда на основании (2) и (3) при известном значении $q_{kp}(t) \neq 0$, которое устанавливается в результате анализа судовой структуры на всех режимах ее работы, рассчитывается требуемая вероятность надежного проведения процедуры защиты состояния безопасности судна

$$[P_{Ai}(t)]_{mp} = (1 - q_0^{min}(t) / q_{kp}(t)) = [P_{Ai}^* P_{Ai}^{op}]_{mp}.$$

При условии использования идеальной процедуры защиты судна, у которой показатель эффективности $P_{Ai}^* = 1$, требуемое значение вероятности безотказной работы такой процедуры можно найти с помощью соотношения

$$[P_{Ai}^{op}]_{mp} = 1 - q_0^{min}(t) / q_{kp}(t).$$

Таким образом, свойство безопасности судна при идеальной (в смысле эффективности функционирования) процедуре защиты будет определяться только свойствами надежности критичных элементов защиты и надежностью проведения самой процедуры защиты.

4. Заключение

При разработке процедур по защите судна от совокупности возможных угроз следует использовать в качестве показателей состояния безопасности судна вероятностные характеристики опасного события, такие, например, как вероятность того, что судно в течение некоторого времени будет находиться в безопасном состоянии.

Свойство безопасности судна при идеальной (в смысле эффективности функционирования) процедуре защиты определяется только свойствами надежности критичных элементов защиты и надежностью проведения самой процедуры защиты.

Литература

- Кукуи Ф.Д., Анисимов Н.А., Анисимов А.А. Основные процессы в структурах безопасной эксплуатации судна. Под общ. ред. В.И. Меньшикова. Мурманск, МГТУ, 185 с., 2008.
Международный кодекс по ОСПС. СПб., ЗАО "ЦНИИМФ", № 7, 9 с., 2010.
Сборник циркуляров и резолюций 79, 80, 81 и 82 сессии комитета ИМО по безопасности на море. М., ФГУ "Служба морской безопасности", 126 с., 2006.