

---

1996. 296 с.

4. Крысилов В.А. Предварительная оценка качества обучающей выборки для нейронных сетей в задачах прогнозирования временных рядов / Крысилов В.А., Тарасенко Р.А. // Тр. Одесского политехн. ун-та. – 2001. – вып. 1. – с. 90-93.
5. Haykin S. Adaptive Radar Signal Processing/ Simon Haykin. – John Wiley & Sons Inc., 2006.
6. Волченко Е.В., Кузьменко И.Ю. Анализ методов нахождения выбросов в обучающих выборках. Тезисы 11-й междунар. Научно-техн. конф. «Проблемы информатики и моделирования / НТК «ХПП», 2011.
7. Цыпкин Я.З. Основы теории обучающихся систем. – М.: Наука, 1970. – 252 с.
8. Воробей В.И. Исследование обучающейся системы распознавания сигнала в помехах от моря / Воробей В.И., Михайлова Т.П. // Сб. Применение ЦВМ для автоматизации транспортных судов. – К.: НИИ Квант, 1983. – с. 25-26.
9. Кузьмин С.З. Основы теории цифровой обработки радиолокационной информации. – М.: «Сов. радио», 1974, 432 с.
10. Воробей В.И. Моделирование процесса на входе приемника радиолокационных сигналов. Водный транспорт. Зб. Наук. праць Київської державної академії водного транспорту. – К.: КДАВТ, 2013. – №3(18) – с. 21-26.

**Воробей В.І., Носовський А.М.**

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ВИЯВЛЯЧА РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ, ЩО МАЄ ЗДАТНІСТЬ НАВЧАТИСЯ**

*Досліджена ефективність алгоритмів навчання виявленню радіолокаційного сигналу з точки зору їх збіжності. Отримані значення часу збіжності в залежності від виду закону змінювання параметрів виявляча сигналів.*

*Ключові слова: радіолокація, виявлення сигналу, навчання.*

**Vorobei V., Nosovskyi A.**

### **INVESTIGATION OF LEARNING ALGORITHMS CONVERGENCE OF RADAR SIGNAL DETECTION**

*The efficiency of the learning algorithms of radar signal detection from point of view of their convergence is investigated. The values of the convergence time depending on the variation law of signal detector parameters are obtained.*

*Keywords: radar, detection, learning.*

УДК 656.61:681.5

**Масик И.П., Коломиец Д.П.**

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ, НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДНА**

*В качестве основного подхода для определения безопасности, надежности и качества эксплуатации судна предложен ситуационный подход. Рассмотрена модель множества ситуаций, связанных с безопасностью, надежностью и качеством принимаемых решений при эксплуатации судна. Определен треугольник нарушений и их последствий, наглядно демонстрирующий взаимосвязь и иерархию факторов возможных рисков в процессе эксплуатации судна. Определен механизм безопасного состояния судна через вероятность обнаружения и вероятность наступления прогнозируемых угроз.*

---

**Ключевые слова:** оперативное управление, ситуационный подход, судно, безопасность мореплавания.

Как показывает практика, существует множество допустимых управленческих решений, способных обеспечить безопасную эксплуатацию судна, зависящих от наличия информации о целом ряде объективных и субъективных факторов. Например, к объективным можно отнести информацию о факторах конкретной навигационной обстановки: скорости судов, расстояния между ними, их размерах, маневренности, характеристиках траекторий др. К информации о субъективных факторах можно отнести, например, информацию о поведении гибкого компонента, т.е. принимаемых решениях членами экипажей. Этот факт говорит о том, что непосредственное прогнозирование состояния судна всегда зависит как минимум от трех составляющих: безопасности, надежности и качества принимаемых решений.

Вопросам безопасности, надежности и качеству принимаемых решений на сегодняшний день посвящено большое количество публикаций, в частности, по безопасности достаточно актуальными являются исследования [1-4], по надежности судна при его эксплуатации [5-7], качеству принимаемых решений [8-9].

Количественный и качественный рост мирового флота, бесспорно, отражается на состоянии безопасной эксплуатации судов. Большая часть аварий, приводящих к чрезвычайным ситуациям, может быть связана с состоянием эксплуатации судов, которое поддерживается судовым экипажем [1].

В частности, все события, происходящие непосредственно в процессе эксплуатации судна, можно представить в виде совокупности ситуаций и рассмотреть систему безопасности как вероятность обнаружения и своевременного предотвращения возможных угроз.

Таким образом, целью данного исследования является определение совокупности состояний судна в пространстве ситуаций для обеспечения безопасности, надежности и качества принимаемых решений.

Одним из вариантов повышения эффективности принимаемых персоналом решений и сокращения времени на поиск оптимальных решений в данных условиях может стать реализация опережающего управления на основе ситуационного подхода.

Известно, что управление судном осуществляется с обязательным выполнением требований по безопасности, надежности и качеству его эксплуатации. Исходя из сложности судна как объекта управления, принято решать эту задачу методом декомпозиции.

Рассмотрим безопасность как совокупность множества ситуаций, представленную тремя основными подгруппами (рис.1):

- множество ситуаций *A*, связанных с соблюдением и выполнением мер безопасности мореплавания (рис.1, поз. а);
- множество ситуаций *B*, связанных с нарушением мер безопасности мореплавания по причине низкой надежности (рис.1, поз. б) и по причине низкого качества принятых решений (рис.1, поз. в);
- множество ситуаций *D*, связанных с ликвидацией последствий нарушения мер безопасности (рис.1, поз. г);
- множество ситуаций *C*, связанных с аварийным состоянием (рис.1, поз. д).

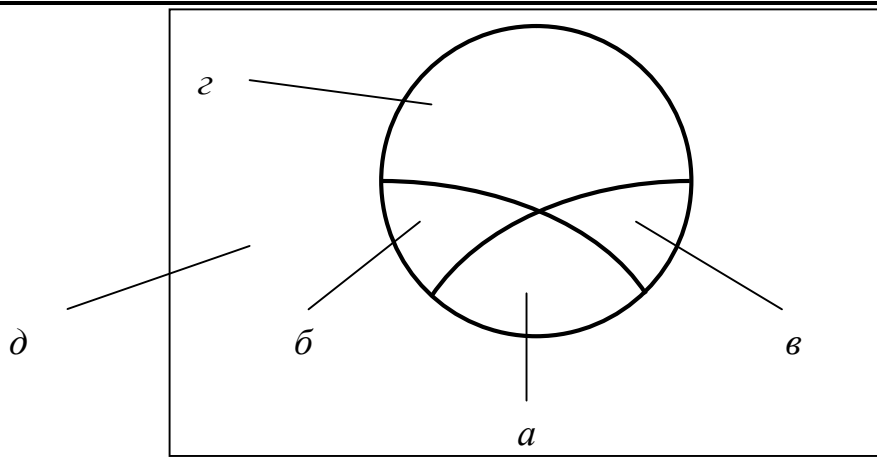


Рис.1. Безопасность как совокупность множества ситуаций

По такому же принципу определяется множество ситуаций, связанных с надежностью и качеством, причем каждая ситуация имеет набор векторов управления. Таким образом, все поле параметров управления судном можно представить следующим образом:

$R^B(t), R^H(t), R^K(t)$  - векторы параметров управления, характеризующие безопасность, надежность и качество рассматриваемого решения;

$O^B(t), O^H(t), O^K(t)$  - области допустимых значений векторов  $R(t)$ , связанных с безопасностью, надежностью и качеством эксплуатации.

При этом учитываются следующие свойства вложенности:

$$R^B(t) \subset O^B(t), R^H(t) \subset O^H(t), R^K(t) \subset O^K(t)$$

В пространстве переменных группа векторов  $R$ , описывающих состояние пространства  $Z$ , области  $O^B(t), O^H(t), O^K(t)$ , которые позволяют определить допустимые области работы с точки зрения перечисленных выше требований. Каждая оценка вектора  $R$  соответствует определённой области в пространстве состояний  $Z$ . Это дает основание классифицировать все ситуационные состояния судна следующим образом:

- нормальное состояние, в котором выполняются все требования по безопасности, надежности и качеству (рис. 2а):

$$R \subset (O^B \cap O^H \cap O^K) = A.$$

- опасное состояние, в котором нарушаются требования по безопасности, надежности и качеству (рис. 2б):

$$R \subset ((O^H \cap O^K) \cup (O^B \cap O^K) \cup (O^B \cap O^H)) - A = B.$$

- аварийное состояние, в котором нарушены требования по безопасности, надежности и качеству (рис. 2в):

$$R \subset Z - (O^B \cup O^H \cup O^K) = C.$$

- послеаварийное состояние, в котором восстанавливаются требования по безопасности, надежности и качеству (рис. 2г):

$$R \subset (O^B \cup O^H \cup O^K) \setminus (O^B \cap O^H \cap O^K) = D$$

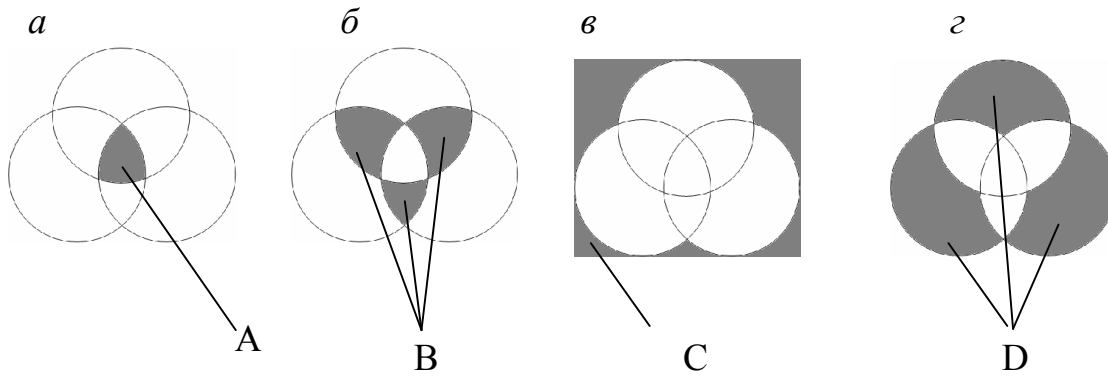


Рис.2. Множество состояний судна в пространстве ситуаций

Если с нормальным ситуационным состоянием судна, в котором выполняются все требования по безопасности, надежности и качеству все предельно понятно, то опасное состояние, которое было представлено в общем случае, определяется тремя основными состояниями: нарушение безопасности, нарушение надежности и нарушение качества принятия решения.

Рассмотрим представленные состояния в соответствии с общепринятой классификацией происшествий на водных судах в виде треугольника нарушений и их последствий (рис.3).

Рассматривая возможные нарушения как совокупность возможных угроз, можно использовать в качестве показателей безопасности судна вероятностные характеристики наступления опасного события, например, вероятность того, что судно в течение некоторого времени будет находиться в безопасном состоянии  $P_0(t)$ . Таким образом, вероятность безопасного состояния судна равна:

$$P_0(t) = \prod_{i=1}^n [1 - (1 - P_{SB_i}(t)) \cdot P_{B_i}(t)] \cdot \prod_{i=1}^m [1 - (1 - P_{SH_i}(t)) \cdot P_{H_i}(t)] \cdot \prod_{i=1}^k [1 - (1 - P_{SK_i}(t)) \cdot P_{K_i}(t)]$$

где  $P_{SB_i}(t)$  – вероятность обнаружения  $i$ -й угрозы ( $i=1, \dots, n$  где  $n$  – кол-во идентифицированных угроз) в течение времени  $t$ , связанной с обеспечением безопасности судна;

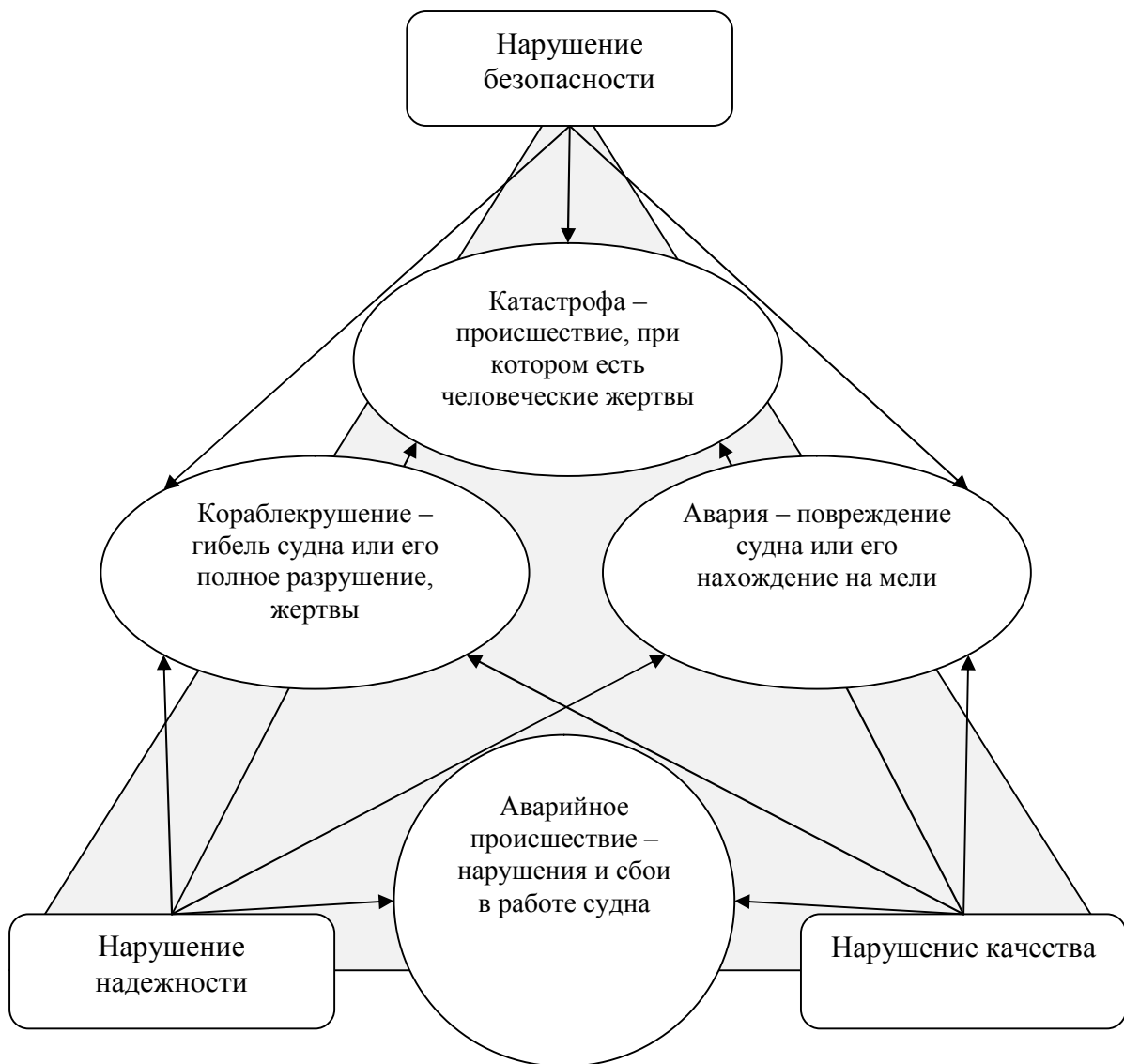
$P_{SH_i}(t)$  – вероятность обнаружения  $i$ -й угрозы ( $i=1, \dots, m$  где  $m$  – кол-во идентифицированных угроз) в течение времени  $t$ , связанной с обеспечением надежности судна;

$P_{SK_i}(t)$  – вероятность обнаружения  $i$ -й угрозы ( $i=1, \dots, k$  где  $k$  – кол-во идентифицированных угроз) в течение времени  $t$ , связанной с обеспечением качества управления судном;

$P_{B_i}(t)$  – вероятность наступления  $i$ -й угрозы ( $i=1, \dots, n$  где  $n$  – кол-во идентифицированных угроз) в течение времени  $t$ , связанной с обеспечением безопасности судна;

$P_{H_i}(t)$  – вероятность наступления  $i$ -й угрозы ( $i=1, \dots, m$  где  $m$  – кол-во идентифицированных угроз) в течение времени  $t$ , связанной с обеспечением надежности судна;

$P_{K_i}(t)$  – вероятность наступления  $i$ -й угрозы ( $i=1, \dots, k$  где  $k$  – кол-во идентифицированных угроз) в течение времени  $t$ , связанной с обеспечением качества управления судном.



*Рис.3. Треугольник нарушений и их последствий*

Из приведенного соотношения видно, что вероятность безопасного состояния судна зависит от способности прогнозирования возможных рисков, определенных в виде угроз и от способности своевременной идентификации угроз посредством специальных методов.

**Выводы.** На основе разработанного метода определения множества ситуаций, в которых взаимодействуют параметры безопасности, надежности и качества принятия решений, возможно формирование вектора управления судном.

Треугольник нарушений и их последствий наглядно демонстрирует взаимосвязь и иерархию факторов возможных рисков в процессе эксплуатации судна.

Определен механизм безопасного состояния судна через вероятность обнаружения и вероятность наступления прогнозируемых угроз.

Результаты исследования, приведенные в статье, ориентированы на расширение функциональных возможностей современных систем управления эксплуатацией судов.

---

---

## ЛИТЕРАТУРА

1. Скороходов Д. А., Стариченков А. Л. Ответственность персонала при обеспечении надежности и безопасности движения // Труды Всерос. на уч.практич. конф. «Транспорт России: Проблемы и перспективы –2009». – М.: МИИТ, 2009.
2. Дмитриев В.И. Современные навигационные системы и безопасность судовождения. Учебное пособие для факультетов повышения квалификации и тренажерных центров// В.И. Дмитриев, В.И. Форафонов /– М.: МОРКНИГА, 2010. – 160с.
3. Показатели уровня безопасности системы взаимодействующих судов / И. А. Бурмака // Судовождение . – 2013. – Вып. 23. – С. 21-24.
4. Песков Ю. А. Системы управления безопасностью в международном судоходстве: Учеб. пос. 2-е изд., перераб. и доп. / Ю. А. Песков. – Новороссийск: НГМА, 2001. – 320 с.
5. Управление судном и его техническая эксплуатация / Под ред. А.И.Щетининой. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1983. – 656 с.
6. Барсков М. К., Мясников Ю. Н. К проблеме перевода флота на эксплуатацию по фактическому состоянию // Ж.:«Морской сборник» №9, 1993 г. С.12-14.
7. Юдин Ю. И. Проблемы обеспечения функционирования, безопасности и качества при эксплуатации судов с динамическими системами управления// Юдин Ю. И., Барахта А. В./ Вестник МГТУ, том 12, №2, 2009 г. стр.259-262.
8. Пилипенко, А. В. Принятие решения при управлении морским судном [Текст] / А. В.Пилипенко // Сборник докладов 51-й региональной научно–технической конференции творческой молодежи «Наука делает мир лучше»/ Владивосток: МГУ им. адм. Г. И. Невельского, 2003. – С. 64-66.
9. Нечаев Ю.И. Математическое моделирование в бортовых интеллектуальных системах реального времени // Тр. 5-й Всероссийской конференции «Нейроинформатика – 2003».– М.: МИФИ. – 2003.– Часть 2: – Лекции по нейроинформатике. – С.119-179.

**Масік І.П., Коломієць Д.П.**

### **ВИЗНАЧЕННЯ БЕЗПЕКИ, НАДІЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУДНА**

*Для підвищення ефективності управління судном в умовах інтенсивного судноплавства запропонований ситуаційний підхід. На основі запропонованого підходу виділені декілька контурів, які включають в себе набори засобів управління. Визначено трикутник порушень та їх наслідків, який наочно демонструє взаємозв'язок та ієрархію факторів можливих ризиків в процесі експлуатації судна. Визначено механізм безпечного стану судна через вірогідність виявлення та ймовірність реалізації прогнозованих загроз.*

*Ключові слова: оперативне управління, ситуаційний підхід, судно, безпека мореплавання.*

**Masik I., Kolomiets D.**

### **SHIP MANAGEMENT SAFETY, RELIABILITY AND QUALITY EVALUATION**

*Situational approach has been offered as a basic approach to ship management safety, reliability and quality evaluation. Multiple situations model involving safety, reliability and quality of applied solutions in ship management has been studied. Triangle of violations and their consequences has been outlined exhibiting correlation and priority of probable risk factors arising in the course of a ship operation. Ship safe condition mechanism has been determined through probability of identification and probability of occurrence of predictable threats.*

*Keywords: operative management, situational approach, ship, safe navigation, reliable ship operation, quality of applied solution.*