

КЛАСТЕРНО-ВЕРОЯТНОСТНАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ МОРСКИХ СУДОВ

Геннадий Вильский

Николаевский политехнический институт, Украина

ВИЛЬСКИЙ Геннадий Борисович, к.т.н.



Год и место рождения: 1947 г., г. Кишинёв, Молдова.

Образование: Николаевский кораблестроительный институт, 1971 г.

Должность: ректор Николаевского политехнического института с 2008 г.

Научный интерес: информационная безопасность судоходства.

Публикации: более 130 научных статей и патентов на изобретения.

E-mail: rector@mpi.nikolaev.ua

Аннотация. В статье обозначена проблема параметрической ориентации мостика судна информационным обеспечением систем управления движением, безукоризненности судовых сведений и сообщений. Поставлена задача разработки новой методологии исследования информационной безопасности судна, ликвидирующей пробелы в теории оценки угроз и рисков судоходства. Приведены результаты разработки научного положения, представляющего сочетание системного подхода с дескрипторным и компьютерным моделированием информационной безопасности судна в условиях рискованностей водного пути. Предложена совокупность процедур составляющих научную базу кластерно-вероятностной методологии исследования информационной безопасности судна. Структурированы этапы, содержащие теоретические положения моделирования вероятностных статистических распределений опасностей и рисков судоходства. Методология обеспечивает интеграцию количественных и качественных значений возможных рисков в теоретических моделях, нашедших применение в морской практике.

Ключевые слова: вероятность, годограф, информационная безопасность, кластер, методология, моделирование, фактор, функция.

Постановка проблемы, актуальность, связь с государственными программами

Научные разработки для мореплавания опираются на общеметодологические подходы к познавательному процессу событий происходящих на водном пути. Широко используются системный, структурный, функциональный, обзорно-наблюдательный методы и их различное сочетание. В существующих концепциях систем управления движением морских судов (СУДС) не обозначаются методологические положения обеспечивающие развитие гарантий безопасного управления судном и ликвидирующие параметрическую дезориентацию менеджмента на командном мостике. Морская практика последних лет свидетельствует об отсутствии безукоризненности и защищённости потоков данных в передаваемых сведениях и сообщениях, раскрывает актуальность проблемы информационной безопасности судна (ИБС). Отсутствие научно обоснованной методологии исследования процессов формирования, содержания и циркуляции навигационного контента, оценки состояния судна, как объекта информационной безопасности, отражается на управлении судоходством в целом и сдерживает его информационное наполнение. Быстрое,

конструктивное и эффективное решение проблемы видится на методологической основе использующей компьютерную инженерию и алгоритмические методы и оценки опасностей на маршруте судна. Постановка проблемы и актуальность научной работы по созданию исследовательской методологии для судоходства исходят из действительности морской безопасности, и с точки зрения морской доктрины Украины [1] должны связываться с новыми теоретическими положениями и оригинальностью технической реализации СУДС. Острота создания новой методологии подтверждается пунктом 7. («Развитие навигационных систем разного назначения») раздела «Освоение новых технологий высокотехнологического развития транспортной системы...» постановления КМУ от 12 марта 2012г. № 294 «Некоторые вопросы определения среднесрочных приоритетных направлений инновационной деятельности общегосударственного уровня на 2012 – 2016 годы».

Анализ публикаций и постановка задачи исследования

Методологическим особенностям построения и функционирования современных систем поддержки принятия решений по безопасному

движению судов посвящены научные исследования известных отечественных учёных А.В. Алексишина, Л.Л. Вагущенко, И.И. Гладких, Г.В. Егорова, В.М. Кошевого, А.И. Кравченко, А.С. Мальцева, Н.Н. Цымбала. Современная научная методология информационного и математического обеспечения автоматизированных СУДС показана в работе [2]. Предложенные технологии управления: «Информационный портрет состояния Судна», «Нечеткое управление судном», «Цикл выработки решения по управлению судном», на основании имеющейся неполной информации, расширяют представление о выработке командного решения, способствуют предупреждению столкновения судов и устанавливают судоводительские процедуры по предупреждению аварийности. Недостаток информации не способствует должному взаимобмену между судами и приводит к невозможности получения / учета вероятностных и качественных данных. Целесообразность использования в оценке транспортной безопасности метода «вероятностного анализа безопасности» обоснована в [3]. В основе предложенного метода лежат деревья событий и деревья отказов устройств систем ответственных за управление движением. Считается, что анализ безопасности следует проводить по структурно-логическим моделям. Использование таких моделей позволяет получать только качественную оценочную составляющую риска аварий и связанных с ней угроз, и не позволяет характеризовать достаточность принятых мер по локализации и ликвидации последствий аварии. Метод анализа моделей противодействия угрозам нарушения информационной безопасности, базирующийся на выборе рационального варианта реагирования, освещён в работе [4]. Новизна предложенного исследования заключается в принятии решения на множестве альтернатив средств и методов информационной безопасности в зависимости от определения уровня его эффективности. В работе [5] разработана модель позволяющая априори представлять и определять вероятные величины потенциальных потерь и затрат на создание систем информационной безопасности (СИБ). Восстановление, в случае реализации угроз, а также анализ дрейфа спроектированной СИБ выполняется системой оценок привлекательности угроз и определением их опасности. На основе разработанной системы оценок предложена модель оценки конкретной угрозы на пути движения. Описанные общеметодологические и специальные подходы к познанию сложных информационных процессов происходящих в судоходстве дают основания утверждать, что получение высоких результатов исследования динамики и циркуляции потоков данных навигационного поля, гарантирующих безопасность управления судном, должно обеспечиваться качественно новой методологией.

Целью данной работы является разработка кластерно-вероятностной методологии исследования информационной безопасности движения морских судов.

Основной материал исследований

Кластерно-вероятностная методология исследования информационной безопасности судна, исходя из актуальности и взаимосвязанности задач безопасности мореплавания, включает последовательность операций построения, формирования и циркуляции потоков с навигационными данными в СУДС, оценку опасностей и рисков, отображения информационного пространства судовождения (ИПС) и вероятностных моделей факторов угроз движению судна. Как отмечается в работах [7,8], при выборе или разработке методов и методологий научного исследования информационного пространства, с обеспечением его целостности и многоуровневой структуры, следует учитывать действие межотраслевых законов действующих в сфере информации. С точки зрения комплексности проблем безопасности на море, методология исследования информационной безопасности морского судна представляется процессом с моделированием статистических данных аварийности судов, путём решения следующих задач:

- определения факторов и функциональных зависимостей ИБС;
- определения функциональной взаимосвязи кривой маршрута с кривыми факторами опасности с целью изучения поведения кривой маршрута при изменении параметров кривой фактора опасности.
- расчёта параметров безопасной судовой зоны в пространстве относительного движения;
- расчёта параметров зоны опасного влияния факторов в пространстве истинного движения;
- построения зон опасного влияния факторов опасности по всему маршруту передвижения объекта и трехмерное изображение информационной поверхности;
- расчёта эластичности функции распределения и анализа степени влияния факторов опасности на подвижный объект.

Согласно методологии все рабочие операции объединены десятью этапами в которых анализируются статистические данные аварийности судов, используются положения теории вероятностей и устанавливаются предпосылки опасностей и возможные риски движения на водном пути.

На подготовительном и первом этапе выполняется анализ статистических данных аварийности судов. Устанавливаются источники статической и динамической информации на маршруте водного пути. Идентифицируются факторы опасностей и данные навигационных параметров. Определяются предпосылки и возможное отражение угроз опасностей. Показываются главные риски опасностей в виде «Посадка на мель», «Столкновение», «Навал», «Ледовый», «Техногенный», «Враждебные действия».

На втором этапе проводится классификация и кластеризация морских сведений и сообщений, чем создаётся определённая система новых знаний об опасностях на море и в технологии судовождения.

По предположкам угроз и рисков опасностей строится кластер информационной безопасности движения судна для заданного района плавания. Далее определяются количественные показатели вероятностного распределения факторов опасности на траектории движения судна. Для выполнения теоретических расчётов вводятся: относительный статистический объем фактора аварийности (V_f), как отношение количества аварийных случаев (АС), причиной которых есть данный фактор (N_f), к общему количеству АС на исследуемом участке передвижения за определенный период (N) равный:

$$V_f = \frac{N_f}{N},$$

где N_f - средняя относительная статистическая плотность фактора аварийности (ρ_f), как отношение среднего количества АС по данному фактору на участке ($\overline{N_{0f}}$), к общей длине исследуемого участка (\bar{l}) равная:

$$\rho_f = \frac{\overline{N_{0f}}}{\bar{l}},$$

средняя статистическая масса фактора опасности (m_f), показывающая степень влияния фактора опасности на исследуемое судно равна:

$$m_f = \rho_f \cdot V_f = \frac{\overline{N_{0f}} \cdot N_f}{\bar{l} \cdot N}.$$

Решение поставленных задач в общем виде, по приведенным полученным статистическим данным, начинают с определения статистического объема аварийности судов, например по рискам «посадка на грунт» и «столкновение» (V_{f1} , V_{f2}):

$$V_{f1} = \frac{N_{f1}}{N}, \quad V_{f2} = \frac{N_{f2}}{N}.$$

N_{f1} – посадка на грунт; N_{f2} – столкновение;

N – общее количество АС.

Находится средняя статистическая плотность АС по тем же событиям ($\overline{\rho_{f1}}$, $\overline{\rho_{f2}}$):

$$\overline{\rho_{f1}} = \frac{\overline{N_{0f1}}}{\bar{l}}, \quad \overline{\rho_{f2}} = \frac{\overline{N_{0f2}}}{\bar{l}}, \quad \overline{N_{0f}} = \frac{N}{n},$$

где, N – количество аварийности судов по данному фактору; n – количество исследуемых промежутков времени. Далее находят статистическую массу факторов аварийности:

$$\overline{m_{f1}} = \overline{\rho_{f1}} \cdot V_{f1}, \quad \overline{m_{f2}} = \overline{\rho_{f2}} \cdot V_{f2}.$$

Далее **на третьем этапе** рассчитываются безопасные параметры движения с получением количественных значений кинематических характеристик судна:

- расчет проходной осадки (с учетом скоростного проседания, навигационного и волнового запаса, увеличения осадки от крена и изменения осадки при различных плотностях воды);

- расчет безопасной скорости (предельно допустимого значения скоростного проседания);

- расчет прироста инерционности судна и радиуса установившейся циркуляции;

- расчет скорости для предотвращения возникновения спутной волны;

- определение ограничивающих изобат (минимально допустимой глубины).

Без учёта данных характеристик невозможно достижение высокого уровня безопасности.

На четвёртом этапе выводится функциональная зависимость угла отклонения α_n от времени согласно теоретической модели судна М.М. Лескова. Принимаются скорость ($V = const$), вероятность ($P = const$), квадратичная зависимость сопротивления воды и воздуха от скорости судна, характерная для турбулентного режима. Определяется функциональная зависимость между проекцией скорости движения судна на оси координат и в системе координат, связанной с судном.

В пятом этапе определяется зависимость проекции вектора скорости судна во времени и от угла отклонения. При этом, на основе системы уравнений движения судна на плоскости водной поверхности М.М. Лескова [6] устанавливается время для маневра при уходе от риска «Посадка на мель».

На шестом этапе в заданном промежутке водного пути делается определение граничных значений скорости и углов отклонения.

Рассчитываются параметры безопасной судовой зоны для ее геометрического построения в виде двумерной области Z_1 , которая с вероятностью P близка к единице.

При этом вторым условием служит содержание истинного положения судна в виде произвольного подмножества из $d + 2$, или более точек d -мерного евклидова пространства разделенного на два непересекающихся подмножества, чьи выпуклые оболочки имеют непустое пересечение. Для теоретического моделирования вероятностных данных со статистическими распределениями аварий судов предлагается использование уравнения теоремы Радона-Никодима [9], которое в комбинаторной геометрии и выпуклом анализе, описывает общий вид меры, непрерывной относительно другой меры и реально обеспечивает наглядное графическое отображение рисков на водном пути.

Для аварийных событий высокой вероятности, и поиска минимальной опасной зоны, используется нормальное распределение Гаусса. Аварийность с низкой вероятностью, и её предположки представляют распределением Пуассона.

На седьмом этапе по статистическим данным выделяются области наибольшей информационной опасности, строится годограф движения судна, с нанесением граничных углов отклонения от курса и определением соответствия между углом отклонения и фактором опасности, устанавливается степень влияния фактора на аварийность судна.

Восьмой этап решением уравнения $P = \int f(x) dx$ даёт в общем случае множества областей, из которых берётся та, которая имеет минимальные размеры. Данное уравнение применяется для одной переменной, которая является вероятностной характеристикой

конкретной угрозы и не учитывает предпосылки к ее возникновению.

На девятом этапе вероятностную характеристику конкретной угрозы вводят в виде степенного коэффициента в выражения расчета безопасных параметров судна на мелководье и в узкостях. Получают функцию плотности вероятности, имеющую вид:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}},$$

характеризующую вероятность возможных аварийных событий.

На десятом этапе по средней статистической массе строится поверхность ИБ, на которой факторы опасности создают определённую кривизну, учитывающую статистический объем и статистическую массу фактора опасности.

$$f(x, y) = \frac{x^n \cdot y^m}{n! \cdot m!} \exp\left[-\left((x - \mu_x) + (y - \mu_y)\right)\right].$$

Ставится вопрос о взаимодействии статистической массы фактора опасности с ПИБ. Разрабатываются критерии оценки этих факторов, которые вносятся в исследование в виде коэффициентов взаимодействия исследуемой поверхности и факторов опасности.

Завершающим действием данной методологии является получение показателя эластичности E по формуле:

$$E = \ln(k^2 - 1) \cdot \frac{2(x - \mu)}{\sqrt{2\pi}\sigma} \cdot e^{-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2}},$$

характеризующей проседание судна в зависимости от риска аварийности.

Выводы

Разработана кластерно-вероятностная методология исследования ИБ движения морских судов, в которой предложены этапы с операциями формализации вероятностных статистических распределений рисков судовождения. В методологии исследования ИБС выполняются: анализ статистических данных аварийности судов на водном пути; классификация по принципам и кластеризация по приоритетности судовых информационных потоков, расчёт ИПС на основе теоремы Радо-Никодима; анализ потоков сообщений матричными и графологическими методами, расчет рисков с высокой вероятностью «Столкновение», «Посадка на грунт» с помощью нормального распределения Гаусса, и низко вероятностных рисков «Ледовый», «Техногенный» и «Враждебные действия» с помощью распределения Пуассона. Методология обеспечивает гибкость интегрированных возможностей количественных и качественных параметров рисков для созданного множества базовых вероятностных

моделей, которые нашли применение в исследованиях и паспортах информационной безопасности морских районов со стесненными условиями плавания.

Литература

- [1] Морская доктрина Украины до 2035 года. Постановление Кабинета министров Украины от 7.10.09 г. – № 1307.
- [2] Астреин В.В. Разработка технологий выработки решений по предупреждению столкновений судов в море: дис. на соискание научной степени канд. техн. наук: 05.22.19 «Эксплуатация водного транспорта, судовождение» / Вадим Викторович Астреин. – Новороссийск, 2010. – 152 с.
- [3] Стариченков А.Л. Методология обеспечения безопасности транспортных средств: дис. на соискание научной степени доктора техн. наук : 05.22.01 – Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте / Алексей Леонидович Стариченков. – СПб., 2012. – 473 с.
- [4] Чемин А.А. Разработка методов оценки эффективности систем защиты информации в распределенных информационных системах специального назначения: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук : 05.13.19 "Методы и системы защиты информации, информационная безопасность" / Александр Александрович Чемин. – М., 2009. – 22 с.
- [5] Приступа А.С. Методология оценки эффективности обеспечения безопасности в экономических информационных системах: автореф. дис. на соиск. учен. степ. к.э.н.: 08.00.13 «Математические и инструментальные методы экономики» / Артем Сергеевич Приступа. – М., 2005. – 23 с.
- [6] Лесков М.М. Навигация / М.М. Лесков, Ю.К. Баранов, М.И. Гаврюк // Учебник для вузов мор. трансп. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1986. – 360 с.
- [7] Берестова Т.Ф. Законы формирования структуры информационного пространства и функции информации / Т.Ф. Берестова // Библиография: Научный журнал. – 2009. – № 5. – С. 32-47.
- [8] Баскаков А.Я. Методология научного исследования: Учеб. пособие. – 2-е изд., испр. / А.Я. Баскаков, Н.В. Туленков. – К.: МАУП, 2004. – 216 с.: ил. – Библиогр., С. 208-212.
- [9] Radon J., Mengen konvexer Körper, die einen gemeinsamen Punkt enthalten, Math. Ann. Vol. 83 (1921), p. 113-115.

УДК 002.8:004.9+519.2 (045)

Вільський Г.Б. Кластерно-імовірнісна методологія дослідження інформаційної безпеки руху морських суден
Анотація. У статті позначена проблема параметричної орієнтації містка судна інформаційним забезпеченням систем управління рухом, бездоганності судових відомостей і повідомлень. Поставлено завдання розробки нової методології

дослідження інформаційної безпеки судна, ліквідує прогалини в теорії оцінки загроз і ризиків судноводіння. Наведено результати розробки наукового положення, що представляє поєднання системного підходу з дескрипторним і комп'ютерним моделюванням інформаційної безпеки судна в умовах ризикованості водного шляху. Запропоновано сукупність процедур складових наукової бази кластерно-ймовірнісної методології дослідження інформаційної безпеки судна. Структуровані етапи, що містять теоретичні положення моделювання імовірнісних статистичних розподілів небезпек і ризиків судноводіння. Методологія забезпечує інтеграцію кількісних і якісних значень можливих ризиків у теоретичних моделях, що знайшли застосування в морській практиці.

Ключові слова: ймовірність, годограф, інформаційна безпека, кластер, методологія, моделювання, чинник, функція.

Vilskiy G. Cluster-probabilistic methodology for the study of maritime traffic information security

Abstract. In the article the problem is indicated by the orientation of the bridge parametric information support vessel traffic management systems, impeccable ship information and messages. Tasked with developing a new methodology for information security research vessel, eliminate gaps in the theory of threat and risk assessment of navigation. Results of development of scientific proposition that represents a combination of a descriptor system approach and computer modeling information security vessel in terms of riskiness of the waterway. Proposed a set of procedures constituting the scientific basis of the cluster - probabilistic methodology research information security vessel. Structured steps comprising theoretical positions probabilistic modeling the statistical distributions of navigation hazards and risks. The methodology enables the integration of quantitative and qualitative values of potential risks in the theoretical models that have found application in seamanship.

Key words: probability, hodograph, information security, cluster, methodology, modeling, factor, function.

Отримано 12 лютого 2014 року, затверджено редколегією 3 березня 2014 року
