УДК 629.5.017:004.896

Еременко А. П.,
Жуков Ю. Д., д-р. техн. наук

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ БОРТОВАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ МОРЕПЛАВАНИЯ

Аннотация. Предложена структура системы обеспечения безопасности мореплавания на стадиях проектирования и эксплуатации морских судов. Рассмотрен состав судовых систем, необходимых для безопасного мореплавания в условиях шторма. Предложено применение мультиагентных технологий для задач обработки информации в составе системы и выработки рекомендаций капитану по выбору параметров движения судна.

Ключевые слова: *интеллектуальная система, безопасность мореплавания, мультиагентная система, принятие решений, режим штормования, диаграмма штормования, радиолокационная система, навигационная система, остойчивость судна, метацентрическая высота, интеллектуальный агент, спектр волнения.*

Єременко А. П.,
Жуков Ю. Д., д-р. техн. наук

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА БОРТОВА СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ МОРЕПЛАВСТВА

Анотація. Запропоновано структуру системи забезпечення безпеки мореплавства на стадіях проектування і експлуатації морських суден. Розглянуто склад суднових систем, які необхідні для безпечного мореплавства в умовах шторму. Запропоновано застосування мультиагентних технологій для задач обробки інформації у складі системи і формування рекомендацій капітану щодо вибору параметрів руху судна.

Ключові слова: *інтелектуальна система, безпека мореплавства, мультиагентна система, прийняття рішень, режим штормування, діаграма штормування, радіолокаційна система, навігаційна система, остійність судна, метацентрична висота, інтелектуальний агент, спектр хвиль.*

Eremenko A. P.,
Zhukov Y. D., Doctor of Sciences

SMART ONBOARD SEAFARING SAFETY ASSURANCE SYSTEM

Abstract. Structure of seafaring safety assurance system on ship design and usage stages has been proposed. The composition of ship systems needed to provide seafaring safety at stormy seas has been considered. Usage of multi-agent technologies for information processing in seafaring safety assurance system and for advisory making to master on choosing ship motion parameters has been proposed.

Keywords: *smart system, seafaring safety, multi-agent system, decision making, ship motion mode in storm, storm diagram, radar, navigation system, ship stability, metacentric height, smart agent, wave spectra.*

Введение. Современное судоходство характеризуется резким ростом интенсивности. По данным Регистра Ллойда, приведенным в [1], общая масса перевезенных морским путем грузов увеличилась почти в 4 раза за последние 40 лет. Численность флота на 2010 превышает 100 тысяч и возросла почти на 40% с 1985. При этом за указанный период значительно вырос суммарный тоннаж: с 416 до 1000 млн. рег. т. Несмотря на улучшение конструкции судов, оснащение современными навигационными приборами и системами, безопасность мореплавания остается ключевой проблемой проектирования и эксплуатации судов. Уменьшение относительных потерь флота с 0,4% до 0,15% по данным [1], тем не менее, не привело к значительному уменьшению потерь суммарного тоннажа, поскольку выросла средняя валовая вместимость судов.

Анализ причин аварий судов [1] показывает, что 49% из них затонуло, 18% выброшено на берег или село на мель, 15% погибло вследствие пожара или взрыва, 12% вследствие столкновения с другими судами. Основными факторами, которые приводят к гибели судна, являются погодные условия, изменение состояния груза и самого судна и ошибки судоводителя.

По данным специалистов [2] 80% аварий судов вызваны неправильными действиями судовой команды из-за неточного восприятия окружающей обстановки, неправильных решений или ошибок при выполнении правильных решений.

В значительной степени указанные действия обусловлены недостатком информации о состоянии остойчивости судна, характеристиках его жидких и сыпучих грузов, характеристиках морского волнения, рекомендуемых действиях в сложившейся ситуации (сформулированных на основании многолетней практики плавания). Отсюда следует актуальность разработки систем обеспечения безопасности мореплавания (СОБМ), позволяющих автоматизировать процесс принятия судоводителем решений по управлению судном в условиях реального времени.

Целью работы является разработка структуры системы, обеспечивающей обработку как информации, поступающей от судовых систем, так и информации, содержащейся в базе знаний (опыт проектирования и эксплуатации судов).

Анализ разработок СОБМ. Работы по созданию СОБМ ведутся с 70-х гг. прошлого века и значительно ускорились в связи с появлением высокопроизводительных судовых бортовых компьютеров и развитием технологий распределенных вычислений и методов искусственного интеллекта. Первый этап этих работ связан с исследованиями особенностей движения судна на волнении, его остойчивости при стохастических внешних воздействиях. Так, в работе [3] рассмотрены основы математического обеспечения СОБМ для задач оценивания остойчивости на волнении, в [4] представлена структура информационных потоков в системах контроля остойчивости и рассмотрены методы оценивания остойчивости и вероятности опрокидывания судна в условиях шторма. Предложенные в [5] штормовые диаграммы Ремеза позволяют определить безопасные режимы штормования (значения вектора (v, q), где v – скорость судна, q – курсовой угол волн). Вопросы оценивания вероятности опрокидывания судна на волнении рассмотрены в работах [6, 7] и многих других. Организацией Maritime Safety Committee разработан циркуляр [8], в котором представлены допустимые режимы штормования с учетом возможности опрокидывания судна, резонанса качки, брочинга (захвата судна волнами с последующей постановкой его лагом к волне).

Тем не менее, рассмотренные средства оценки безопасности штормования неудобны для практического применения, поскольку требуемые исходных данных (кажущийся период волны, высота волны 3-% обеспеченности) определяются обычно визуальным путем, что приводит к погрешностям.

Начиная с 90-х гг. разрабатываются автоматизированные СОБМ [9, 10], выполняющие сбор информации о параметрах движения судна, состоянии жидких и сыпучих грузов [11, 12], параметрах волнения, получаемых радиолокационным способом по сигналам судовой РЛС [13], и вырабатывающие указания капитану о выборе оптимального режима штормования.

Промышленные образцы СОБМ, выпускаемые в настоящее время построены по модульному принципу и представляют собой комплексы программ, обеспечивающих решения ряда специальных задач [14]. В частности, фирмой Amarcon [15] выпускается система Octopus, включающая в себя такие компоненты как: Onboard (контроль параметров движения и остойчивости судна, поддержка решений капитана), Online (информирование судовладельца о местонахождении судов), Office (анализ гидродинамических характеристик судна), TMS (измерение параметров движения судна), Sloshing Advice (контроль состояния сжиженного газа на танкерах), и ряд других.

Тем не менее подобные системы ч

13. Ushakov I.Ye. Radiolokatsionnye metody i sredstva polucheniya informatsii o sostoyanii morskoy poverkhnosti Doct. Diss. [Radar-locating methods and means of obtaining information on the state of the sea surface. Doct. Diss.]. Saint Petersburg, 2001. – 230 p. (in Russian).

14. Vagushchenko L. L., Vagushchenko A. L., Zaichko S. I. Bortovye avtomatizirovannye sistemy kontrolya morekhodnosti [Onboard automated navigability control systems]. Odessa, Fenix Publ., 2005, 274 p. (in Russian).

15. OCTOPUS-Onboard. Ship Motions Monitoring and Advisory System. – Access Mode: URL:
http://new.abb.com/marine/systems-and-solutions/automation-and-advisory/advisory (in English).

16. Yeremenko A. P. Neyrosetevye algoritmy otsenivaniya pogreshnostey besplatformennykh inertsialnykh navigatsionnykh sistem [Neural network algorithms for assessing errors of strapdown inertial navigation systems]. *Elektrotekhnika i elektromekhanika*: *Materialy Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii studentiv*, *aspirantiv*, *molodykh vchenykh*. [Electronics and Electrical Engineering: Proceedings of the International Scientific and Technical Conference of Students, Graduate Students, Young Scientists]. Mykolaiv, 2010, pp. 73 –74. (in Russian).

17. Khomenko D.B. Razrabotka sposoba avtomaticheskogo opredeleniya parametrov morskogo volneniya dlya povysheniya bezopasnosti plavaniya sudov. Cand. Diss. [Development of a Method of Automatic Determination of the Seaways Parameters for Improvement of Navigation Safety. Cand. Diss.]. Vladivostok, 2015. – 153 p. (in Russian).

18. Zhukov, Yu. D. Eremenko A. P. Postroenie sistem obespecheniya bezopasnosti moreplavaniya na osnove kholonicheskikh agentov [Building System of Seafaring Safety Assurance in the Basis of Holonic Agents] *Sudostroenie i morskaya infrastruktura.* [Shipbuilding and Maritime Infrastructure] – Nikolaev, 2015. – № 2 (4). – pp. 86-95. (in Russian).

19. Yeremenko A. P. Neyrosetevye algoritmy opredeleniya metatsentricheskoy vysoty morskogo podvizhnogo obekta [Neural Network Algorithms for Determining the Metacentric Height of a Maritime Mobile Object]. *Zbirnyk tez dopovidei X Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii PRYLADO-BUDUVANNIA*: *stan i perspektyvy*, (19–20.04.2011) [Proceedings of the 10th International Scientific and Technical Conference «Instrument Engineering: Current State and Prospects»]. Kyiv, 2011. – p. 23. (in Russian).

20. Snigur A. K., Eremenko A. P. Neirosetevye algoritmy opredeleniya deformatsii korpusa sudna inertsial'nym metodom [Neural Networks Algorithmes of Ship Hull Deformation Measurement on the Basis of Inertial Sensors]. *Zbirnyk tez dopovidei XIII Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii PRYLADOBUDUVANNIA*: *stan i perspektyvy*, (23–24.04.2014) [Proceedings of the 13th International Scientific and Technical Conference «Instrument Engineering: Current State and Prospects»] Kyiv, NTUU "KPI" Publ., 2014. – pp. 35-36. (in Russian).

21. Pavlygin E.D. Mnogoagentnoe modelirovanie okruzhayushchey obstanovki morskogo sudna. Cand. Diss. [Multi-agent modeling of the ship surroundings. Cand. Diss.]. Ulyanovsk, 2011. – 189 p. (in Russian).

22. Bellifemine F., Caire G., Greenwood D. Developing Multi-Agent Systems with JADE, John Wiley & Sons, Ltd. – 2007. – 303 p. (in English).

23. Nikraz M., Caire G., Bahri P. A. A Methodology for the Analysis and Design of Multi-Agent Systems using JADE. – Access Mode: URL:
http://jade.tilab.com/doc/tutorials/JADE_methodology_website_version.pdf (in English).

Еременко Андрей Петрович, аспирант кафедры морского приборостроения Национального университета кораблестроения, тел. (066)9320518
адрес: anper2011@gmail.com

Жуков Юрий Даниилович, доктор техн. наук, проф., зав. кафедры морского приборостроения Национального университета кораблестроения, тел. (0512)479250
адрес:
yuriy.zhukov@spasska.com