

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ СУДОВОДИТЕЛЯ В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ E-NAVIGATION

Бень А.П., Паламарчук И.В.

Херсонская государственная морская академия

В статье рассматриваются вопросы создания систем поддержки принятия решений (СППР) в судовождении в условиях внедрения концепции электронной навигации (e-Navigation).

Определены ключевые направления исследований в данной предметной области, показано влияние человеческого фактора на процессы принятия решений по управлению судном. Предложена структура СППР судоводителя, определены базовые источники навигационной информации, поступающей в СППР и порядок ее обработки. Показано, что в условиях введения принципов e-Navigation, СППР судоводителя становится ключевым элементом, обеспечивающим снижение влияния человеческого фактора на процессы управления судном и повышающим безопасность судовождения. Разработка СППР в судовождении требует учета особенностей взаимодействия человека с техническими средствами управления судном. Практическое внедрение СППР должно осуществляться путем ее полной интеграции с существующими средствами электронной навигации судна. Дальнейшее развитие концепции e-Navigation потребует совершенствования средств информационного взаимодействия технических средств управления движением судна и береговых навигационных систем. Определено, что важным направлением дальнейших исследований в области создания СППР судоводителя станут вопросы координации взаимодействия судов в районе маневрирования. Использование методов искусственного интеллекта в сочетании с современными информационными технологиями для разработки СППР судоводителя позволит существенно снизить риски современного судоходства, обусловленные столкновениями судов.

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, интеллектуальная система, человеческий фактор, управление судном, судовождение, e-Navigation.

Введение. Повышение безопасности судовождения в настоящее время становится одной из наиболее важных проблем современного судоходства в связи с существенным ростом объемов морских перевозок. Интенсивное внедрение современных информационных технологий в процессы управления движения судном привело к появлению концепции электронной навигации – «e-Navigation». Концепция «e-Navigation» была в первые представлена ИМО в 2006 на 81-й сессии Морского Комитета по безопасности (MSC 81 – Май 2006) во время которого комитет потребовал принять этот огромный морской проект как рабочую программу. В настоящее время принято следующее определение e-Navigation: «e-Navigation – это скоординированные сбор, интеграция, передача, воспроизведение и анализ информации о ситуации на море на борту кораблей и на берегу с помощью электронных средств в целях обеспечения улучшенной навигации «от причала до причала» и работы соответствующих служб, повышения надежности и безопасности морской навигации и защиты морской среды» [1]. Следует отметить, что появление современных средств электронной навигации привело к существенному повышению интенсивности информационного обмена в эргатической системе «судоводитель – технические средства судовождения» и росту влияния человеческого фактора на уровень аварийности [2]. Анализ причин столкновений судов показывает, что главная причина аварий – человеческие ошибки, составляющие более 80 % от общего количества их причин. Снижение влияния человеческого фактора на уровень аварийности на море представляет актуальную научно-практическую проблему, которую необходимо решать в разрезе оптимизации взаимодействия судоводителя с современными техническими средствами судовождения. Одним из наиболее перспективных путей решения поставленной проблемы является создание систем поддержки принятия решения (СППР) судоводителя, которые станут одним из ключевых компонентов «e-Navigation».

Актуальность. Проблеме создания интеллектуальных систем в судовождении посвящен ряд публикаций отечественных и зарубежных исследователей. В работах [3–5,12,13] рассматриваются выборы безопасной траектории движения судов в современных информационных системах управления движением судна, а в работах [6–11] освещены вопросы, связанные с созданием интеллектуальных систем управления движением судна. Анализ исследований в данной предметной области показывает, что концепция «e-Navigation» предусматривает учет человеческого фактора, как одной из главных причин аварийности в современном судоходстве. В сложившихся условиях создание СППР судоводителя, позволяющей минимизировать влияние человеческого фактора на процессы управления судном, является актуальной научной и прикладной про.

Постановка задачи. Целью статьи является определение базовых принципов создания и функционирования СППР судоводителя и определение правил работы таких СППР в условия внедрения концепции e-Navigation.

Основная часть. В условиях внедрения концепции e-Navigation СППР судоводителя должна обеспечивать интеграцию с установленным навигационным оборудованием и системами управления морским судном. Основными источниками навигационных данных для СППР являются: лаг, гирокомпас, радар, эхолот, ARPA, GNSS, GPS, DGPS, AIS, ECDIS, GMDSS.

Структура СППР и порядок обмена информацией между ее отдельными модулями представлены на рис 1.



Рисунок 1 – Структура СППР судоводителя и обмен данными между ее модулями

Имеющийся опыт создания СППР в судовождении позволяет сделать вывод, что их эффективное практическое использование возможно только в случае соблюдения ряда важных требований, обусловленных, с одной стороны, особенностями функционирования непосредственно СППР, а с другого – процессами принятия решений в судовождении.

Указанные обстоятельства обуславливают возникновение «человеческого фактора» как одной из основных причин аварийности в судовождении. Необходимость минимизации его влияния путем использования СППР судоводителя, позволяет сформулировать основные требования, предъявляемые к таким СППР:

- работа СППР в режиме реального времени и ее интеграция с имеющимися на судне системами управления движением;
- необходимость учета всех требований МППСС-72;
- необходимость графического представления сложившейся ситуации, с визуальными отметками границ зон безопасности собственного судна и динамики их изменений;
- необходимость анализа во время принятия решений нескольких возможных сценариев расхождения, обусловленных целенаправленным поведением судов-целей во время их движения;
- необходимость учета влияния внешних условий в зоне маневрирования, в частности гидрометеорологических, гидрографических факторов и навигационных опасностей;
- учет предыдущего опыта управления движением судна в аналогичных условиях, если он имел место.

Принимая во внимание указанные особенности СППР судоводителя, можно определить концептуальные требования к ее отдельным компонентам [10]:

1. База знаний СППР должна содержать и накапливать информацию трех видов: декларативная информация, регламентирующая законодательную базу управления процессами расхождения судов (МППСС-72), экспертная информация – формализованные знания экспертов в предметной области – опытных судоводителей, и база прецедентов – информация о развитии событий в навигационных ситуациях, которые уже имели место в прошлом.

2. СППР судоводителя должна строиться на принципах моделирования движения судов, имеющих целенаправленное поведение, направленное на избежание столкновения и требований международных правил предупреждения столкновений судов (МППСС-72) во время движения. Необходимо наличие средств прогнозирования развития навигационной ситуации и средств визуального представления такого прогноза.

3. Математические модели, применяемые в СППР судоводителя, должны отвечать требованиям адекватности и технической осуществимости – перспективно сочетание моделей, основанных на принципах искусственного интеллекта с математическими моделями, которые описывают процессы движения судов.

Общий алгоритм работы СППР по предотвращению столкновений судов может быть представлен в следующем виде [10, 14, 15]:

- идентификация судов, находящихся в зоне возможного столкновения;
- мониторинг параметров движения судов и динамики их изменения;
- оценка погрешности получаемых параметров движения;
- классификация судов по степени опасности;
- определение пар взаимодействующих судов, для которых формируются возможные сценарии движения;
- определение областей взаимных обязанностей в соответствии с МППСС-72 и границ зоны безопасности собственного судна;
- формирование множества возможных сценариев (стратегий) движения судов;
- определение стратегий движения, отвечающих заданным критериям безопасности;
- выработка возможных альтернатив по управлению судном и предоставление их судоводителю.

Судно исключается из рассмотрения СППР при формировании сценариев взаимодействия в случае идентификации его как безопасного, но мониторинг параметров движения такого судна продолжается при нахождении его в пределах зоны действия

САРП. Для опасных и потенциально опасных судов СППР формирует многошаговую стратегию расхождения на весь прогнозируемый период их нахождения в зоне взаимных обязанностей, с последующей коррекцией стратегии в случае, если текущее развитие ситуации будет отличаться от прогнозируемого. В процессе формирования стратегии расхождения учитывается предполагаемое изменение параметров движения судов, обусловленное их взаимодействием друг с другом в соответствии с МППСС-72. Результатом работы СППР судоводителя является графическая визуализация ситуации с указанием рекомендуемых изменений параметров движения собственного судна.

Выводы. В условиях введения принципов e-Navigation, СППР судоводителя становится ключевым элементом, обеспечивающим снижение влияния человеческого фактора на процессы управления судном и повышающим безопасность судовождения. Разработка СППР в судовождении требует учета особенностей взаимодействия человека с техническими средствами управления судном. Практическое внедрение СППР должно осуществляться путем ее полной интеграции с существующими средствами электронной навигации судна. Дальнейшее развитие концепции e-Navigation потребует совершенствования средств информационного взаимодействия технических средств управления движением судна и береговых навигационных систем. Важным направлением дальнейших исследований в области создания СППР судоводителя станут вопросы координации взаимодействия судов в районе маневрирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дмитриев В. И. Информационные технологии обеспечения безопасности судоходства и их комплексное использование (E-navigation) / В. И. Дмитриев. – М. : Моркнига. – 2013. – 175 с.
2. Вагущенко Л. Л. Современные информационные технологии в судовождении [Электронный ресурс] / Л. Л. Вагущенко – Одесса : ОНМА, 2013. – 135 с. – Режим доступа: <http://www.nav-eks.org.ua/CITC.html>
3. Вагущенко Л. Л. Алгоритм выработки рекомендаций по расхождению с судами / Л. Л. Вагущенко // Судовождение : Сб. науч. трудов ОНМА. – Вып. 21. – Одесса : ИздатИнформ, 2012. – С. 42-50.
4. Алексишин А. В. Выявление ситуаций опасного сближения судов с помощью граничных пеленгов в автоматизированных комплексах судовождения / А. В. Алексишин // Проблемы техники : науково- виробничий журнал ОНМУ, ХНУ. – № 1. – Одесса, 2013. – С.117-23
5. Цымбал Н. Н. Основные принципы учета навигационных опасностей различных типов при расхождении судов / Н. Н. Цымбал, Е. А. Петриченко // Судовождение : Сб. науч. трудов ОНМА. – Вып. 20. – Одесса : ИздатИнформ, 2011. – С. 238-242.
6. Bi X.Y., Liu X.J.: Research on Double Collision Avoidance Mechanism of Ships at Sea. TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 9, No. 1, pp. 13-16, 2015.
7. Cai Y., Wen Y.Q.: Ship Route Design for Avoiding Heavy Weather and Sea Conditions. TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 8, No. 4, pp. 551-556, 2014.
8. Lisowski J. Game Strategies of Ship in the Collision Situations. TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 8, No. 1, pp. 69-77, 2014.
9. Бень А. П. Методы оценки опасности траектории движения судов в системах поддержки принятия решений / А. П. Бень // Вестник ХНТУ : сб. науч. трудов Херсонского национального технического университета. – 2009. – Вып. 1 (34), 9. – С. 429-433.
10. Бень А. П. Принципи побудови систем підтримки прийняття рішень судноводія / А. П. Бень // Матеріали другої науково-практичної конференції «Сучасні

інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2010)» (25–27 травня 2010 р., Херсон, ХДМІ.) – Т. 1. – С. 8-10.

11. Мальцев А. С. Интеллектуальные гибридные системы поддержки принятия решений при расхождении судов / А. С. Мальцев // Судовождение : Сб. научн. Трудов / ОНМА, Вып. 11. – Одесса : ИздатИнформ, 2006. – С. 74-86.

12. Мальцев А. С. Методологические основы маневрирования судов при сближении / А. С. Мальцев, В. В. Голиков, И. В. Сафин, В. В. Мамонтов. – Одесса : ИздатИнформ, 2013. – 221 с.

13. Цымбал Н. Н. Гибкие стратегии расхождения судов. / Н. Н. Цымбал, И. А. Бурмака, Е. Е. Тюпиков – Одесса : КП ОГТ, 2007. – 424 с.

14. Патент України на корисну модель №40401, Пристрій оцінки небезпеки зіткнення суден за курсовим кутом лінії відносного руху / Мальцев А. С., Бень А. П., Нгуен Тхан Шон.

15. Патент на корисну модель. UA №97227, МПК (2015.01) G08G, 3/00, Пристрій для інформаційного забезпечення процесу управління судном / Товстокорий О. М., Мальцев С. Е., Бень А. П. – опубл. 10.03.2015.

REFERENCES

1. Dmitriev V. I. Informacionnihe tekhnologii obespecheniya bezopasnosti sudokhodstva i ikh kompleksnoe ispolzovanie (E-navigation) / V. I. Dmitriev. – M. : Morkniga. – 2013. – 175 s.

2. Vaguthenko L. L. Sovremennihe informacionnihe tekhnologii v sudovozhdenii [Ehlektronnihyj resurs] / L. L. Vaguthenko – Odessa : ONMA, 2013. – 135 с. – Rezhim dostupa: <http://www.nav-eks.org.ua/CITC.html>

3. Vaguthenko L. L. Algoritm vihrabotki rekomendacij po raskhozheniyu s sudami / L. L. Vaguthenko // Sudovozhdenie : Sb. nauch. trudov ONMA. – Vihp. 21. – Odessa : IzdatInform, 2012. – S. 42-50.

4. Aleksishin A. V. Vihyavlenie situacij opasnogo sblizheniya sudov s pomothjyu granichnikh pelengov v avtomatizirovannihkh kompleksakh sudovozhdeniya / A. V. Aleksishin // Problemi tekhniki : naukovo-virobnichiy zhurnal ONMU, KhNU. – № 1. – Odessa, 2013. – S.117-23

5. Cihmbal N. N. Osnovnihe principih ucheta navigacionnihkh opasnostey razlichnihkh tipov pri raskhozhenii sudov / N. N. Cihmbal, E. A. Petrichenko // Sudovozhdenie : Sb. nauch. trudov ONMA. – Vihp. 20. – Odessa : IzdatInform, 2011. – S. 238-242.

6. Bi X.Y., Liu X.J.: Research on Double Collision Avoidance Mechanism of Ships at Sea. TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 9, No. 1, pp. 13-16, 2015.

7. Cai Y., Wen Y.Q.: Ship Route Design for Avoiding Heavy Weather and Sea Conditions. TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 8, No. 4, pp. 551-556, 2014.

8. Lisowski J. Game Strategies of Ship in the Collision Situations. TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 8, No. 1, pp. 69-77, 2014.

9. Benj A. P. Metodih ocnki opasnosti traektorii dvizheniya sudov v sistemakh podderzhki prinyatiya resheniy / A. P. Benj // Vestnik KhNTU : Sb. nauch. trudov Khersonskogo nacionaljnogo tekhnicheskogo universiteta. – 2009. – Vihp. 1 (34), 9. – S. 429-433.

10. Benj A. P. Principi pobudovi sistem pidtrimki priyinyattya rishenj sudnovodiya / A. P. Benj // Materiali drugoi naukovo-praktichnoi konferencii «Suchasni informacijni ta innovacijni tekhnologii na transporti (MINTT-2010)» (25-27 travnya 2010 r., Kherson, KhDMI.) – Т. 1. – S. 8-10.

11. Maljcev A. S. Intellektualjnihe gibridnihe sistemih podderzhki prinyatiya resheniy pri raskhozhdenii sudov / A. S. Maljcev // Sudovozhdenie : Sb. nauchn. trudov / ONMA, Vihp. 11. – Odessa : IzdatInform, 2006. – S. 74-86.
12. Maljcev A. S. Metodologicheskie osnovih manevrirovaniya sudov pri sblizhenii / A. S. Maljcev, V. V. Golikov, I. V. Safin, V. V. Mamontov. – Odessa : IzdatInform, 2013. – 221 s.
13. Cihmbal N. N. Gibkie strategii raskhozhdeniya sudov. / N. N. Cihmbal, I. A. Burmaka, E. E. Tyupikov – Odessa : KP OGT, 2007. – 424 s.
14. Patent Ukraïni na korisnu modelj №40401, Pristriyj ocenki nebezpeki zitknennya suden za kursovim kutom liniï vidnosnogo rukhu / Maljcev A. S., Benj A. P., Nguen Tkhan Shon.
15. Patent na korisnu modelj. UA №97227, MPK (2015.01) G08G, 3/00, Pristriyj dlya informacijnogo zabezpechennya procesu upravlinnya sudnom / Tovstokoriyj O. M., Maljcev S. E., Benj A. P. – opubl. 10.03.2015.

Бень А.П., Паламарчук І.В. ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ СУДНОВОДІЯ В МЕЖАХ КОНЦЕПЦІЇ E-NAVIGATION

У статті розглядаються питання створення систем підтримки прийняття рішень (СППР) в судноводінні в умовах впровадження концепції електронної навігації (e-Navigation). Визначено ключові напрямки досліджень в даній галузі, показано вплив людського фактора на процеси прийняття рішень з управління судном. Запропоновано структуру СППР судноводія, визначені базові джерела навігаційної інформації, що надходить в СППР і порядок її обробки. Показано, що в умовах запровадження принципів e-Navigation, СППР судноводія стає ключовим елементом, що забезпечує зниження впливу людського фактора на процеси управління судном, і підвищує безпеку судноводіння. Розробка СППР в судноводінні вимагає врахування особливостей взаємодії людини з технічними засобами управління судном. Практичне впровадження СППР має здійснюватися шляхом її повної інтеграції з існуючими засобами електронної навігації судна. Подальший розвиток концепції e-Navigation потребує вдосконалення засобів інформаційної взаємодії технічних засобів управління рухом судна і берегових навігаційних систем. Визначено, що важливим напрямком подальших досліджень в галузі створення СППР судноводія, стануть питання координації взаємодії суден в районі маневрування. Використання методів штучного інтелекту в поєднанні з сучасними інформаційними технологіями для розробки СППР судноводія дозволить істотно знизити ризики сучасного судноплавства, обумовлені зіткненнями суден.

Ключові слова: система підтримки прийняття рішень, інтелектуальна система, людський фактор, управління судном, судноводіння, e-Navigation.

Ben A.P., Palamarchuk I.V. PRINCIPLES OF BUILDING A NAVIGATOR'S DECISION SUPPORT SYSTEMS IN E-NAVIGATION CONCEPT

The article deals with the creation of decision support systems (DSS) in the navigation in the implementation of e-navigation concept (e-Navigation). Identified the key areas of research in this domain, it shows the influence of the human factor in the decision-making on the control of the vessel. The structure of the DSS navigators, defines the basic sources of navigation information supplied to the DSS and the procedure for processing. It is shown that in the conditions of the introduction of the principles of e-Navigation, DSS navigator becomes a key element for reducing the influence of the human factor on vessel control processes and increases the safety of navigation. Development of DSS in navigation requires taking into account peculiarities of human interaction with technical vessel control tools. Practical implementation of DSS should be carried out by its full integration with the existing means of electronic navigation vessel. Further development of the concept of e-Navigation will require improved means of information exchange technical controls vessel traffic and coastal navigation systems. It was determined that an important area for further research in the field of DSS navigator will be the coordination of cooperation between ships in the maneuvering area. The use of artificial intelligence methods in combination with modern information technologies for the development of DSS navigators will significantly reduce the risks of modern shipping, due to collisions of ships.

Keywords: decision support system, intelligent system, the human factor, control of the vessel, navigation, e-Navigation.

© Бень А.П., Паламарчук І.В.

Статтю прийнято
до редакції 12.09.15