

DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-4-621-630

STATUS AND PERSPECTIVES OF E-NAVIGATION TECHNOLOGY IMPLEMENTATION

A. V. Titov¹, L. Barakat², A. Khaizaran²

¹ — Astrakhan State University, Astrakhan, Russian Federation

² — Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation

The issue of the status and perspectives of E-Navigation technology implementation, which is one of the main initiatives of the international maritime organization, is explored in the paper. The initiative involves the creation of digital infrastructure on the ship and shore segments that provides data exchange and integration of existing and new maritime navigation instruments, which will allow us to carry out the transition of navigation information to a digital format. E-Navigation includes five components: user needs, architecture and analysis, gap analysis, implementation, and conclusions review.

Despite the use of navigation systems such as integrated bridge systems, automatic identification system, automatic radar plotting aid, and electronic chart display and information system, the navigation errors due to the human factor are one of the main causes of marine accidents.

E-Navigation strategy aims to improve the shipping safety by reducing the number of human errors. The results of expert assessments of reducing the risk of the human factor as a part of the introduction and realization of the E-Navigation strategy are considered in the paper.

In the 21st century, E-Navigation will ensure the development of intelligent maritime transport. An analysis of E-Navigation projects allowing us to understand that it creates a new paradigm for the marine information exchange and forms a digital infrastructure for shipping, is presented.

The theoretical method of researching the E-Navigation and test-beds projects is used in the paper. The test-bed project in the Russian Federation, the result of which will be a segment of the maritime communication platform in the Gulf of Finland, is analyzed. In this project, a ship integrated navigation system, focused on the use of E-Navigation services, will be created. The project completion is expected in 2021.

Keywords: E-Navigation, unmanned vessel, Risk Control Option, test-bed, digital navigation, human error.

For citation:

Titov, Alexey V., Lama Barakat, and Anas Khaizaran. "Status and perspectives of E-Navigation technology implementation." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 11.4 (2019): 621–630. DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-4-621-630.

УДК 629.5.051; 656.052

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ Е-НАВИГАЦИИ

А. В. Титов¹, Л. Баракат², А. Хаизаран²

¹ — ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»,
Астрахань, Российская Федерация

² — ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»,
Астрахань, Российская Федерация

Исследуется вопрос о состоянии и перспективах реализации технологии е-Навигации, которая является одной из основных инициатив Международной морской организации. Рассматривается инициатива, подразумевающая создание цифровой инфраструктуры на судовом и береговом сегментах, обеспечивающей обмен данными и интеграцию существующих и новых навигационных морских инструментов, что позволит осуществить переход навигационной информации в цифровой формат. Е-Навигация включает пять компонентов: потребности пользователей, архитектура и анализ, анализ пробелов, реализацию и обзор выводов. Отмечается, что несмотря на использование навигационных систем, таких как интегрированные мостиковые системы, автоматическая идентификационная система, радиолокационный автотрокладчик и электронно-картографическая навигационно-информационная система, навигационные

ошибки в результате человеческого фактора являются одной из главных причин морских аварий. Подчеркивается, что стратегия е-Навигации призвана повысить безопасность судоходства за счет сокращения числа человеческих ошибок. В работе рассматриваются результаты экспертных оценок снижения риска человеческого фактора в рамках внедрения и реализации стратегии е-Навигации.

Обращается внимание на то, что в XXI в. е-Навигация обеспечит развитие интеллектуального морского транспорта. В исследовании представлен анализ проектов е-Навигации, которые позволяют понять, что она создает новую парадигму для обмена морской информацией и формирует цифровую инфраструктуру для судоходства.

В работе используется теоретический метод исследования проектов е-Навигации и тестовых акваторий. Проанализирован проект создания тестовой акватории в Российской Федерации, результатом которого явится сегмент морской коммуникационной платформы в Финском заливе. Отмечается, что в данном проекте будет создана судовая интегрированная навигационная система, ориентированная на использование сервисов е-Навигации. Завершение проекта ожидается в 2021 г.

Ключевые слова: е-Навигация, безэкипажное судно, управление рисками, тестовая акватория, цифровая навигация, человеческая ошибка.

Для цитирования:

Титов А. В. Состояние и перспективы реализации технологии е-Навигации / А. В. Титов, Л. Баракат, А. Хаизаран // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2019. — Т. 11. — № 4. — С. 621–630. DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-4-621-630.

Введение (Introduction)

В 2006 г. Международной морской организацией (ИМО) была разработана концепция е-Навигации для повышения управляемости и безопасности морских судов и увеличения эффективности морского транспорта [1]. Е-Навигация представляет собой инициативу ИМО, основанную на обеспечении интеграции существующих и новых навигационных морских инструментов на целостной и систематической основе, что позволит облегчить переход навигационной информации в цифровой формат. В настоящее время технологии телекоммуникаций, электронных датчиков и систем, технологии е-Навигации уже внедряются в сфере морской индустрии [2]. Е-Навигация не обязательно означает «электронную» навигацию, где последняя является навигационной технологией. Существующие научные разработки в сфере технологии безэкипажного судовождения (БЭС) и ее применения весьма подробно отражают ключевые аспекты навигационных систем, которые автоматически управляют БЭС в различных ситуациях [3].

В ближайшем будущем невозможно представить судоходство без БЭС. При этом безэкипажное судовождение напрямую зависит от состояния инфраструктуры и внедрения технологий е-Навигации. Так, например, проект БЭС «MUNIN» является частью систем стандартов морской информационной технологии (MiTS — Maritime Information Technology Standards), которые включают е-Навигацию [4]. Ожидается, что вклад работы «MUNIN» будет доступен для е-Навигации на основе сотрудничества в области «портфеля услуг» и деятельности по обработке данных S-100.

На современных судах, несмотря на использование навигационных систем, таких как интегрированные мостиковые системы, автоматическая идентификационная система (АИС), радиолокационный автопрокладчик, электронно-картографическая навигационно-информационная система (ЭКНИС) и глобальная морская система связи при бедствии (ГМССБ), навигационные ошибки в результате человеческого фактора являются одной из главных причин морских аварий. В настоящее время ИМО стремится разработать навигационные инструменты для того, чтобы сократить количество морских аварий.

Е-Навигация — это комплексная концепция, ориентированная на поддержку в принятии решений посредством управления морской информацией [5]. Латинская буква «е» в данной концепции имеет несколько различных смысловых значений (рис. 1).

На 99-й сессии, состоявшейся 16–25 мая 2018 г., Комитет ИМО по безопасности на море принял ряд ключевых регуляторных элементов в области связи и навигации. Так, им был утвержден обновленный план реализации стратегии е-Навигации ИМО и временные руководящие принципы согласованного отображения навигационной информации, получаемой с помощью средств связи [6].

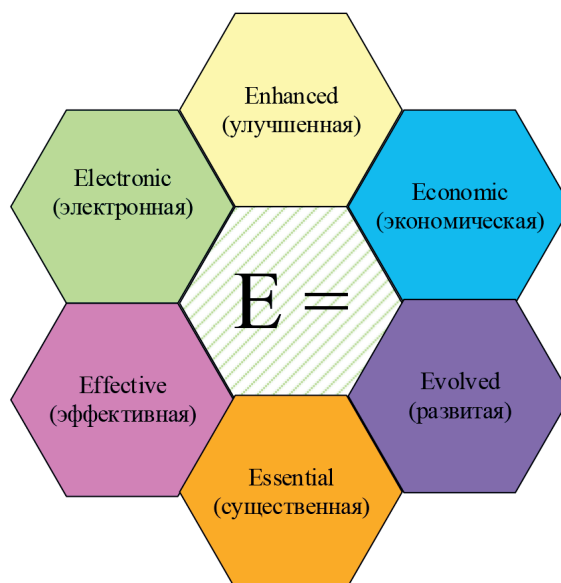


Рис. 1. Коннотации латинской буквы «е» в е-Навигации

В рамках состоявшейся 3–7 декабря 2018 г. в Лондоне 100-й сессии Комитета по морской безопасности ИМО были определены четыре степени автономии судов (табл. 1).

Таблица 1

Степени автономии судов

Степень автономии	Характеристики
Первая	Судно с автоматизированными процессами и поддержкой принятия решений: экипаж находится на борту, чтобы управлять и контролировать судовые системы и функции. Некоторые операции могут быть автоматизированы, иногда и без присмотра, но экипаж готов взять на себя управление
Вторая	Судно может находиться под дистанционным управлением из другого места. Экипаж на борту готов взять на себя управление судовыми системами и функциями
Третья	Судно с дистанционным управлением из другого места без экипажа на борту
Четвертая	Полностью автономное судно. Операционная система судна способна самостоятельно принимать решения и определять действия

ИМО предлагает следующее рабочее определение е-Навигации: «... согласованный сбор, интеграция, обмен, представление и анализ морской информации на борту и на берегу с помощью электронных средств в целях повышения эффективности судоходства от причала до причала и соответствующих услуг по обеспечению безопасности и охраны на море и защите морской среды» [7, с. 19].

Основной целью е-Навигации является создание цифровой инфраструктуры, предоставляющей передачу необходимых информационных данных для повышения навигационной безопасности судов и обеспечения оптимального управления, в том числе БЭС. Суть понимания концепции е-Навигации рассмотрим на примере Норвежской береговой администрации «Kystverket» [8]. Администрация рассматривает три основных элемента для понимания концепции е-Навигации (рис. 2): бортовой компонент, компонент связи и береговой компонент.

Бортовой компонент — это навигационные системы, которые работают в зависимости от интеграции судовых датчиков, вспомогательной информации, стандартного пользовательского интерфейса и комплексной системы управления охраняемыми зонами и оповещениями.



Рис. 2. Основные компоненты е-Навигации

Береговой компонент — это управление движением судов и обмен данными в форматах, которые будут более понятны и использованы береговыми операторами для поддержки безопасности и эффективности судов.

Компонент связи предназначен для создания инфраструктуры, обеспечивающей беспрепятственную передачу информации на борту судов, между судами и между судами и берегом [8].

Методы и материалы (Methods and Materials)

Реализация стратегии е-Навигации. План реализации стратегии е-Навигации, утвержденный ИМО в 2014 г., содержит перечень задач до 2019 г., направленных на выполнение пяти приоритетных проблем е-Навигации (рис. 3) [9].

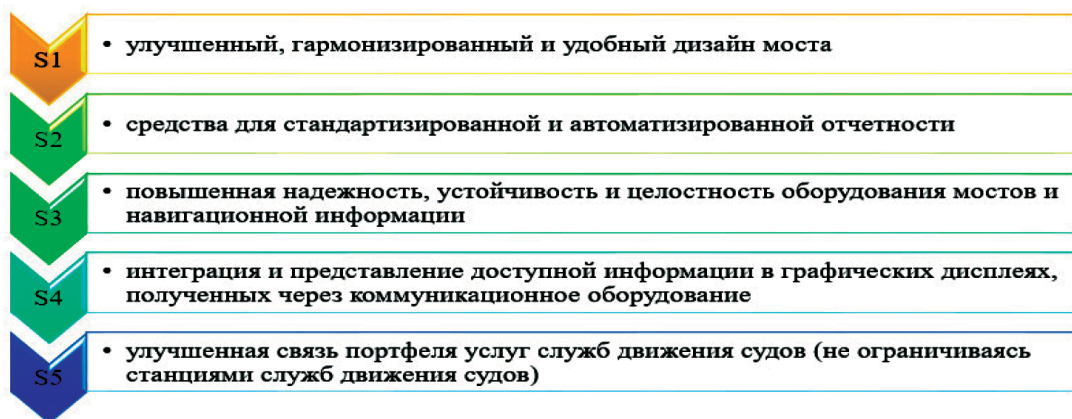


Рис. 3. План ИМО для реализации стратегии е-Навигации

Решения *S2*, *S4* и *S5* концентрируют внимание на эффективной передаче морской информации и данных между всеми соответствующими пользователями (*судно – судно*, *судно – берег*, *берег – судно* и *берег – берег*). Решения *S1* и *S3* способствуют эффективному и практическому использованию информации и данных на борту [10].

Следует отметить, что е-Навигация не является статичной концепцией, реализация данной стратегии будет продолжаться по мере развития потребностей пользователей, а также по мере развития технологий, позволяющих создавать более эффективные и действенные системы [11]. При этом реализация стратегии е-Навигации является поэтапным итерационным процессом непрерывного развития (рис. 4). Пять возможных компонентов в рамках плана реализации стратегии е-Навигации включают: потребности пользователей, «архитектура» и анализ, анализ пробелов, реализация, обзор выводов.

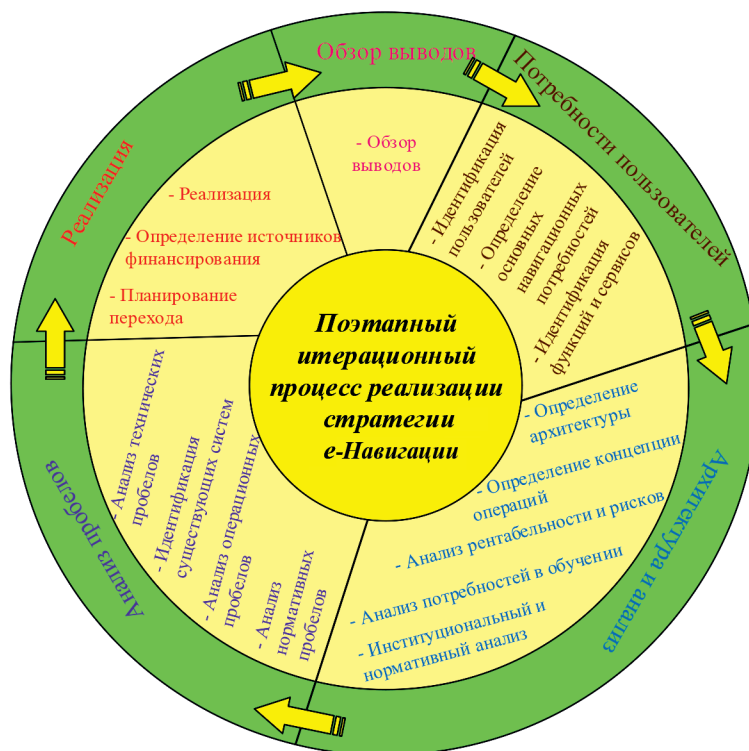


Рис. 4. Компоненты разработки процесса внедрения е-Навигации

ИМО работает в тесном союзе с Международной ассоциацией морских средств навигации и маячных служб (МАМС — IALA — International Association of Lighthouse Authorities) и Международной гидрографической организацией (МГО — ИГО — International Hydrographic Organization) в области е-Навигации. МАМС участвует в разработке концепции е-Навигации для обеспечения «архитектурной работы», включая коммуникационные технологии, аппаратное и программное обеспечение. Она разрабатывает предлагаемую универсальную модель морских данных для цифровой навигации в целях удовлетворения требований, вытекающих из будущего внедрения е-Навигации.

МГО отвечает за любые гидрографические стандарты, продукты и услуги по е-Навигации. В январе 2010 г. МГО разработала первое издание рамочного геопространственного стандарта S-100 для гидрографических и связанных данных. Пересмотренное и улучшенное второе издание S-100 было опубликовано в июне 2012 г. Стандарт S-100 в зависимости от серий ИСО 19100 географических стандартов обеспечивает базу данных для разработки следующего поколения продуктов электронных навигационных карт (ЭНК — ENC — Electronic Navigational Charts), а также других связанных цифровых продуктов, необходимых сообществам гидрографических, морских и географической информационной системы (ГИС) [12].

В начале 2011 г. ИМО сообщила о том, что стандарт S-100 будет играть важную роль в гидрографических и более широких морских областях, поэтому его следует рассматривать как базовый уровень и важный элемент в концепции е-Навигации.

Фактор ошибок человека и е-Навигация. Исследования показали, что 60–90 % крупных аварий в транспортных системах, таких как авиация и судоходство, имеют человеческую ошибку в качестве основной причины [13]. Отсутствие человека на БЭС способствует уменьшению количества морских аварий, возникающих из-за человеческих ошибок. С другой стороны, может возникнуть фактор человеческой ошибки в рамках удаленного управления БЭС [7].

Человеческие ошибки, которые вызывают навигационные аварии, являются важным аспектом для заинтересованных сторон, участвующих в реализации е-Навигации, таких как международные организации, исследовательские институты, судоходные компании, верфи, соответствующие

производители оборудования и т. д. Технологии е-Навигации значительно повысят эффективность и безопасность судоходства.

В процессе реализации стратегии потребности пользователей являются основным компонентом. Данная стратегия призвана повысить безопасность судоходства за счет сокращения числа человеческих ошибок или возможности заблаговременно избежать их с помощью таких наборов инструментов, как семь видов опций управления рисками (ОУР — RCO — Risk Control Option). Основные опции управления рисками, способствующие оценке приоритетных решений е-Навигации [14], представлены на рис. 5.



Рис. 5. Основные опции управления рисками ИМО

Результаты экспертных оценок снижения риска человеческого фактора, согласно документу ИМО от 31 мая 2013 г. (Development Of An e-Navigation Strategy Implementation Plan. «Report of the Correspondence Group on e-navigation to NAV 59 Submitted by Norway»), приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты экспертных оценок снижения риска человеческого фактора

Человеческие ошибки	Опции управления рисками						
	ОУР1, %	ОУР2, %	ОУР3, %	ОУР4, %	ОУР5, %	ОУР6, %	ОУР7, %
Недостаточное наблюдение (невнимательность)	16	23	14	18 %	10	11	32
Плохое суждение о движении судна	21	8	11	4	20	3	20
Усталость / перегруженность работой	20	26	11	33	5	17	24
Плохое суждение о других факторах	11	12	10	11	11	12	19
Неадекватное планирование рейса	26	3 %	8	1	0	15 %	4 %
Опьянение	1	1	0	0	0	0	0
Отказ от использования навигационных средств	18	8	17	9	5	13	21
Отказ уступить дорогу (высокая скорость)	18	11	12	9	9	5	27
Отсутствие знаний / навыков / подготовки	3	7	18	7	6	1	10
Проблемы связи	8	5	9	19	3	11	15
Травмы / болезни	0	1	0	0	0	0	0
Использование неисправного оборудования	11	18	3	1	18	0	8

Анализ исследования морских аварий, вызванных человеческим фактором, формирует предметное поле для реализации безэкипажного судовождения. Исследование в данной работе тематики е-Навигации является частью общего исследования в области БЭС ввиду взаимосвязи предметных областей.

Проекты е-Навигации. Следует отметить, что дальнейшая разработка цифровой навигации может быть осуществлена только при поддержке проектов тестовых акваторий (ТА) (Test-Beds), которые, в свою очередь, поддерживают утвержденные решения и эффективность е-Навигации. Так, в период функционирования в 2014–2015 гг. немецкой тестовой акватории «TICON» проект был сфокусирован на «интеграции переданных геоданных и / или информации, относящейся к безопасности (уровень и течение воды, лед), в бортовые навигационные системы» [15]. В 2014–2017 гг. норвежская компания «Kongsberg Norcontrol IT» запустила проект тестовой акватории «ESESAME Straits» (Secure, Efficient, and Safe maritime traffic Management in the Straits of Malacca and Singapore). Компания занималась разработкой новой системы управления движением судов и оптимизации морских транспортных потоков. Основной целью проекта была заявлена разработка и подтверждение общей ситуационной осведомленности и совместного принятия решений между командой мостика и береговыми операторами.

Среди второстепенных целей проекта следующие:

- разработка надежного человеческого фактора и организационных принципов для совместного принятия решений между судном и берегом;
- разработка новой парадигмы предоставления услуг для систем на судне и на берегу;
- сбор и анализ реальных данных о движении судов, которые будут использоваться в качестве контрольных значений для оценок и для моделирования и др. [16].

В 2014–2016 гг. в Китае выполнялась работа по реализации проекта «Yangshan Port e-NAV», общей целью которого являлось улучшение системы гарантий навигационной безопасности в условиях плохой видимости и предоставление комплексной, своевременной, надежной и эффективной навигационной информации и услуг для судов [17].

В сентябре 2016 г. Правительство Российской Федерации утвердило инновационный проект по созданию первой в России тестовой акватории (ТА) е-Навигации «Эрмитаж». Головным исполнителем опытно-конструкторской работы является группа «Кронштадт» (АО «Кронштадт», АО «Кронштадт Технологии»). ТА охватывает восточную часть Финского залива, реки Неву и Свирь, а также Ладожское озеро. В 2020 г. планируется завершить работы по данному проекту. Цель проекта заключается в оснащении акваторий, береговых центров и судов техническими средствами е-Навигации, проведении их испытаний и апробации совместного использования с последующим их распространением на морские и внутренние водные пути России. Создание единого информационного пространства *судно – берег* (платформы), с одной стороны, обеспечит выполнение Россией обязательств в рамках Международной морской организации, а с другой — предоставление морских информационных сервисов в акваториях морей, а также российской зоны ответственности. Кроме того, в развитии концепции е-Навигации активное участие также принимала компания «Транзас». По итогам НИР серии «Подход», выполняемой «Транзас» в рамках ФЦП «Развитие гражданской морской техники» (2009–2016 гг.), предполагалось создание прототипа е-Navigation-мостика [18]. Компания принимала участие в европейском проекте «MONALISA 2.0».

Рабочая группа национальной технологической инициативы «Маринет» является одним из драйверов в области е-Навигации в России. Дорожная карта «Маринет», которая была создана в 16 октября 2015 г., включает реализацию международного стратегического плана е-Навигации [19]. В настоящее время эта группа занимается разработкой проекта «Создание пилотной зоны е-Навигации и технических средств е-Навигации», главным результатом которого является создание российского сегмента морской коммуникационной платформы. Завершение проекта ожидается в 2021 г. В нем будет создана судовая интегрированная навигационная система (ИНС), ориентированная на использование сервисов е-Навигации [20].

Выводы (Summary)

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Концепция е-Навигации, разработанная ИМО, направлена на повышение безопасности морского судоходства и повышение надежности морских телекоммуникаций, а также на сокращение числа аварий и ущерба для окружающей среды. Ожидается, что число аварий, вызванных человеческими ошибками, сократится за счет внедрения и реализации инструментов е-Навигации, которые поддерживают принятие решений во избежание аварий.

2. Результаты исследования и анализ проектов е-Навигации позволяют понять, что она формирует новую парадигму для обмена морской информацией и обеспечивает цифровую инфраструктуру для судоходства. В ближайшие годы стандарты в рамках е-Навигации станут обязательными для мирового коммерческого флота, без соблюдения которых ни одно судно не сможет, например, зайти в порт или территориальные воды того или иного государства.

3. Наличие тестовой акватории в Финском заливе (порты Приморск, Высоцк, Усть-Луга, Большой порт Санкт-Петербург) позволит отработать технические решения по созданию российского сегмента морской коммуникационной платформы как пилотной зоны е-Навигации с ориентацией на существующую систему безопасности мореплавания.

4. Значимым результатом проекта «Создание пилотной зоны е-Навигации и разработки технических средств е-Навигации» (АО «Кронштадт Технологии») с точки зрения реализации международного стратегического плана е-Навигации является российский сегмент морской коммуникационной платформы, объединяющей судоводителей, офисы судоходных компаний, портовые службы, центры управления движением и другие структурные подразделения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Patraiko D.* 5e-Navigation and the Human Element / D. Patraiko, P. Wake, A. Weintrit // *Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*. — CRC Press, 2009. — Pp. 55–60.
2. *Tumov A. B.* Перспективы технологического развития и внедрения безэкипажных судов / А. В. Титов, Л. Баракат // *Морские интеллектуальные технологии*. — 2018. — № 1-3(41). — С. 94–103.
3. *Tumov A. B.* Системы управления безэкипажными судами / А. В. Титов, Л. Баракат, В. А. Чанчиков, Г. А. Тактаров, О. П. Ковалев // *Морские интеллектуальные технологии*. — 2019. — Т. 4. — № 1 (43). — С. 109–120.
4. *Rødseth Ø. J.* A system architecture for an unmanned ship / Ø. J. Rødseth, Å. Tjora // *Proceedings of the 13th International Conference on Computer and IT Applications in the Maritime Industries (COMPIT)*. — 2014.
5. *Вагущенко Л. Л.* Современные информационные технологии в судовождении / Л. Л. Вагущенко. — Одесса: ОНМА, 2013. — 135 с.
6. *Ringbom H.* Regulating Autonomous Ships—Concepts, Challenges and Precedents / H. Ringbom // *Ocean Development & International Law*. — 2019. — Vol. 50. — Is. 2–3. — Pp. 141–169. DOI: 10.1080/00908320.2019.1582593.
7. *Tumov A. B.* Оценка рисков эксплуатации безэкипажных судов / А. В. Титов [и др.] // *Морские интеллектуальные технологии*. — 2019. — Т. 4. — № 1 (43). — С. 11–23.
8. Kystverket. Core objectives [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://kystverket.no/en/About-Kystverket/International-work/enavigation/News/Stad-Ship-Tunnel/Core-objectives/> (дата обращения: 20.03.2019).
9. *Burmeister H. C.* Autonomous unmanned merchant vessel and its contribution towards the e-Navigation implementation: The MUNIN perspective/ H. C. Burmeister, W. Bruhn, Ø. J. Rødseth, T. Porathe // *International Journal of e-Navigation and Maritime Economy*. — 2014. — Vol. 1. — Pp. 1–13. DOI: 10.1016/j.enavi.2014.12.002.
10. *Weintrit A.* Prioritized main potential solutions for the e-Navigation concept / A. Weintrit // *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*. — 2013. — Vol. 7. — Is. 1. — Pp. 27–38. DOI: 10.12716/1001.07.01.03.
11. *Pillich B.* Developing e-Navigation, the early stages [Электронный ресурс] / B. Pillich. — Режим доступа: http://ushydro.thsoa.org/hy07/09_01.pdf (дата обращения: 26.06.2019).

12. Ward R. IHO S-100: The New Hydrographic Geospatial Standard for Marine Data and Information / R. Ward, L. Alexander., B. Greenslade, A. Pharaoh // Canadian Hydrographic Conference. — Canada: Canadian Hydrographic Association, 2008. № 425.

13. Hojjati-Emami K. The Concept and Methodology for Developing Effective Human Reliability Databanks in Road Transportation [Электронный ресурс] / K. Hojjati-Emami, B. S. Dhillon, K. Jenab. — Режим доступа: http://cd14.ijme.us/papers/053_Khashayar%20Hojjati-Emami,%20Balbir%20S.%20Dhillon,%20Kouroush%20Jenab.pdf (дата обращения: 06.03.2019).

14. Baldauf M. Improving and Assessing the Impact of e-Navigation applications / M. Baldauf, S. B. Hong // International Journal of e-Navigation and Maritime Economy. — 2016. — Vol. 4. — Pp. 1–12. DOI: 10.1016/j.enavi.2016.06.001.

15. Hahn A. Simulation Environment for Risk Assessment of E-Navigation Systems / A. Hahn // ASME 2015 34th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering. — American Society of Mechanical Engineers, 2015. — Paper No. OMAE2015-41498. — Pp. V003T02A072. DOI: 10.1115/OMAE2015-41498.

16. Imset M. Shared mental models of challenging Maritime Situations: comparisons of ship and shore personnel in the Straits of Malacca and Singapo / M. Imset, K. I. Øvergård // TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. — 2017. — Vol. 11. — Is. 2. — Pp. 243–248. DOI: 10.12716/1001.11.02.05.

17. Du Z. X. Research on International E-Navigation Practical Project and Its Inspiration / Z. X. Du, P. F. Huang, M. Becke // Journal of Mechanical Engineering Research and Developments. — 2016. — Vol. 39. — № 2. — Pp. 462–468. DOI: 10.7508/jmerd.2016.02.023.

18. Ривкин Б. С. Е-Навигации — десять лет / Б. С. Ривкин // Гирокоспия и навигация. — 2015. — № 4 (91). — С. 173–191.

19. Генералов С. В. Дорожная карта национальной технологической инициативы «МариНет» / С. В. Генералов // Транспорт Российской Федерации. — 2016. — № 4 (65). — С. 14–17.

20. Пинский А. С. Е-навигация и безэкипажное судовождение / А. С. Пинский // Транспорт Российской Федерации. — 2016. — № 4 (65). — С. 50–54.

REFERENCES

1. Patraiko, D., P. Wake, and A. Weintrit. “5e-Navigation and the Human Element.” *Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*. CRC Press, 2009. 55–60.

2. Titov, Alexey V., and Lama Barakat. “Prospects for technological development and implementation of unmanned ships.” *Marine Intellectual Technologies* 1-3(41) (2018): 94–103.

3. Titov, Alexey V., Lama Barakat, Vasily A. Chanchikov, German A. Taktarov, and Oleg P. Kovalev. “Control systems of unmanned vessels.” *Marine Intellectual Technologies* 4.1(43) (2019): 109–120.

4. Rødseth, Ørnulf Jan, and Åsmund Tjora. “A system architecture for an unmanned ship.” *Proceedings of the 13th International Conference on Computer and IT Applications in the Maritime Industries (COMPIT)*. 2014.

5. Vagushchenko, L. L. *Sovremennyye informatsionnyye tekhnologii v sudovozhdenii*. Odessa: ONMA, 2013.

6. Ringbom, Henrik. “Regulating Autonomous Ships—Concepts, Challenges and Precedents.” *Ocean Development & International Law* 50.2–3 (2019): 141–169. DOI: 10.1080/00908320.2019.1582593.

7. Titov, Alexey V., Lama Barakat, Olga Y. Lazovskaya, German A. Taktarov, and Oleg P. Kovalev. “Risk assessment of operating unmanned ships.” *Marine Intellectual Technologies* 4.1(43) (2019): 11–23.

8. Kystverket. Core objectives. Web. 20 March 2019 <<https://kystverket.no/en/About-Kystverket/International-work/enavigation/News/Stad-Ship-Tunnel/Core-objectives/>>.

9. Burmeister, Hans-Christoph, Wilko Bruhn, Ørnulf Jan Rødseth, and Thomas Porathe. “Autonomous unmanned merchant vessel and its contribution towards the e-Navigation implementation: The MUNIN perspective.” *International Journal of e-Navigation and Maritime Economy* 1 (2014): 1–13. DOI: 10.1016/j.enavi.2014.12.002.

10. Weintrit, Adam. “Prioritized main potential solutions for the e-Navigation concept.” *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation* 7.1 (2013): 27–28. DOI: 10.12716/1001.07.01.03.

11. Pillich, B. “Developing e-Navigation, the early stages.” Web. 26 June 2019 <http://ushydro.thsoa.org/hy07/09_01.pdf>.

12. Ward, R., L. Alexander, B. Greenslade, and A. Pharaoh. “IHO S-100: The New Hydrographic Geospatial Standard for Marine Data and Information.” *Canadian Hydrographic Conference*. Canada: Canadian Hydrographic Association, 2008. № 425.

13. Hojjati-Emami, K., B. S. Dhillon, and K. Jenab. "The Concept and Methodology for Developing Effective Human Reliability Databanks in Road Transportation." Web. 6 March 2019 <http://cd14.ijme.us/papers/053___Khashayar%20Hojjati-Emami,%20Balbir%20S.%20Dhillon,%20Kouroush%20Jenab.pdf>.
14. Baldauf, Michael, and Sun-Bae Hong. "Improving and Assessing the Impact of e-Navigation applications." *International Journal of e-Navigation and Maritime Economy* 4 (2016): 1–12. DOI: 10.1016/j.enavi.2016.06.001.
15. Hahn, Axel. "Simulation Environment for Risk Assessment of E-Navigation Systems." *ASME 2015 34th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering*. American Society of Mechanical Engineers, 2015. Paper No. OMAE2015-41498. Pp. V003T02A072. DOI: 10.1115/OMAE2015-41498.
16. Imset, Marius, and Kjell Ivar Øvergård. "Shared mental models of challenging Maritime Situations: comparisons of ship and shore personnel in the Straits of Malacca and Singapo." *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation* 11.2 (2017): 243–248. DOI: 10.12716/1001.11.02.05.
17. Du, Z. X., P. F. Huang, and M. Becke. "Research on International E-Navigation Practical Project and Its Inspiration." *Journal of Mechanical Engineering Research and Developments* 39.2 (2016): 462–468. DOI: 10.7508/jmerd.2016.02.023
18. Rivkin, B. S. "Tenth Anniversary of E-Navigation." *Gyroscopy and Navigation* 4(91) (2015): 173–191.
19. Generalov, S. V. "Roadmap of the national technological initiative MariNet." *Transport of Russian Federation* 4(65) (2016): 14–17.
20. Pinskiy, A. S. "E-Navigation and unmanned ship navigation." *Transport of Russian Federation* 4(65) (2016): 50–54.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Титов Алексей Валерьевич —
кандидат технических наук, руководитель
Инженерного проектного офиса
ФГБОУ ВО «Астраханский государственный
университет»
414056, Российская Федерация, г. Астрахань,
ул. Татищева, 20а
e-mail: pochta_414000@list.ru
Баракат Лама — аспирант
Научный руководитель:
Титов Алексей Валерьевич
ФГБОУ ВО «Астраханский государственный
технический университет»
414056, Российская Федерация, г. Астрахань,
ул. Татищева, 16
e-mail: lama.barakat@mail.ru
Хаизаран Анас — аспирант
Научный руководитель:
Титов Алексей Валерьевич
ФГБОУ ВО «Астраханский государственный
технический университет»
414056, Российская Федерация, г. Астрахань,
ул. Татищева, 16
e-mail: khaizaran@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Titov, Alexey V. —
PhD,
Chief of the Engineering Project Office
Astrakhan State University
20a Tatishcheva Str.,
Astrakhan, 414056,
Russian Federation
e-mail: pochta_414000@list.ru
Barakat, Lama — Postgraduate
Supervisor:
Titov, Alexey V.
Astrakhan State Technical University
16 Tatishcheva Str.,
Astrakhan, 414056,
Russian Federation
e-mail: lama.barakat@mail.ru
Khaizaran, Anas — Postgraduate
Supervisor:
Titov, Alexey V.
Astrakhan State Technical University
16 Tatishcheva Str.,
Astrakhan, 414056,
Russian Federation
e-mail: khaizaran@mail.ru

Статья поступила в редакцию 23 июня 2019 г.
Received: June 23, 2019.