

doi: 10.51639/2713-0576_2026_6_1_28

Научная статья

УДК 338: 001.895: 004

ГРНТИ 06.00.00

ВАК 5.2.3

Вопросы развития безэкипажного судовождения в контексте цифровой трансформации

Олеся Николаевна Панамарева

*ФГАУ «Военный инновационный технополис «ЭРА»,**Анапа, Россия*era_otd1@mil.ru

Аннотация

В настоящей работе скомпилированы и обозначены основные аспекты, связанные с развитием области безэкипажного судовождения, получившие особое внимание со стороны отечественных и зарубежных ученых. Их исследование позволило констатировать то, что несмотря на большой интерес к проблематике создания безэкипажных судов, сложных робототехнических комплексов, можно констатировать наличие точечного подхода к их развитию, характерного для процессов цифровизации, но не способствующего реализации действенной цифровой трансформации, меняющей бизнес-процессы на инновационной технико-технологической и организационной основе.

В качестве перспективного направления в рассматриваемой проблематике предложено применение комплексного подхода при разработке такого рода высокотехнологичных решений, что особенно актуально в контексте формирования умных транспортных узлов и умных регионов, в том числе с использованием технологий искусственного интеллекта.

Ключевые слова: безэкипажное судовождение, автономность, инновации, искусственный интеллект, устойчивость, безопасность систем, комплексный подход

Достижения в области технико-технологического развития обуславливают активизацию цифровой трансформации (ЦТ) транспортной отрасли (ТО) России.

На законодательном уровне детерминированы ее стратегические направления до 2030 г. [1], нацеленные на повышение доступности, скорости, снижение стоимости (не менее чем на 3 %), развитие бесшовных внутренних и международных перевозок, обеспечение их безопасности, надежности, устойчивости к экзогенным условиям, а также на декарбонизацию.

Среди ключевых направлений реализации ЦТ можно выделить проекты «Бесшовная грузовая логистика», «Беспилотные логистические коридоры», «Автономное судовождение» и «Цифровое управление транспортной системой РФ». В данном контексте вопросам развития беспилотных транспортных средств последнее время стало уделяться достаточно большое внимание, однако в большинстве случаев упор делается на воздушный и наземный транспорт, в области водного транспорта проблематика слабо разработана. Об этом также говорят цифры, представленные в источнике [1].

Целевые показатели до 2030 г.: 2024 г. – «порт оснащен техническими средствами эксплуатации автономного портового флота и автономным портовым флотом» – 1 ед., 2025 г. – «внедрены новые образцы отечественного берегового и судового оборудования для автономного судовождения в двух портах и на двух пароммах» – 4 ед., при этом ожидается, что «доля грузовых потоков, координация которых осуществляется с использованием искусственного интеллекта» вырастет всего лишь с 2 % 2024 г. до 10 % в 2030 г.

Однако при этом в источнике [2] четко сформулированы направления научных исследований, в т.ч. и в области технологий безэкипажного судовождения и освоения мирового океана.

В целом имеются отдельные наработки в области безэкипажного (беспилотного) и автономного судовождения на море. В качестве таких безэкипажных средств рассматриваются катера, паромы, контейнеровозы и др.

При этом важнейшими направлениями развития такого рода судовождения являются цифровая навигация (в т.ч. е-Навигация, приоритетно нацеленная на повышение качества навигационного обеспечения и безопасности плавания, и а-Навигация, ключевой направленностью которой является снижение чрезмерного влияния человеческого фактора на показатели аварийности в сфере морской деятельности) и судостроение на инновационной основе (в т.ч. создание высокотехнологических робототехнических комплексов, РТК), которые в России находятся на стадии становления.

Цель настоящей работы – детерминирование степени разработанности проблематики безэкипажного судовождения, определение особенностей подхода к его развитию, выделение проблемных аспектов и формулирование перспективных направлений исследования обозначенной области.

Безэкипажное судовождение в контексте цифровой трансформации

Раскрытию состояния и перспектив реализации концепции е-Навигации посвящены работы Ардельянова Н.П., Багненко В.А., Касич А.А., Беляева Г.С., Жгулева А.И., Попова А.Н., Ривкина Б.С. Титова А.В. и др.; освещению особенностей современных технологий в системе связи и управления движением судов в рамках концепции е-Навигации – работы Алексева А.А., Ардельянова Н.П., Козлова Е.Е., Литвинова В.В., Папулова Д.С., Попова А.Н., Скварника И.С., Сиренко Р.А., Трусова С.В., Фатеева А.Е., Шканова В.В.; изучению аспектов автономного судовождения – труды Кирилова М.А., Рожко А.И., Кондратьева А.И., Титова А.В., Янчина И.А., Петрова О.Н. и др.; исследованию специфики системы дистанционного мониторинга состояния оборудования безэкипажных судов – работа Таран А.А., Таран Е.Н., Бугреева В.А., Моренко С.А.; раскрытию вопросов обеспечения безопасности судов, осуществляющих судовые операции, при реализации E-navigation – статьи Попова А.Н., Чекункова И.А., Шканова В.В., Трифонова А.А.; изучению сущности и особенностей широкополосной связи для целей автономного судовождения – научные работы Бурылина Я.В., Качуро А.М., Чепурнова П.А.

В таблице 1 приведены отдельные достижения зарубежных стран в области автономного судовождения, а в работе [3] обозначены особенности безэкипажного судовождения и степень разработанности проблематики в России.

Таблица 1 – Достижения зарубежных стран в области автономного судовождения

Страна	Достижения	Источ-ник
Англия	2012 г.: – разработка компанией Rolls-Royce концепции автоматизированных судов; – оценка разработки автоматизируемых судов как огромного шага в уменьшении травматизма на море	[4]
	3 декабря 2018 г.: – демонстрация Rolls-Royce совместно с финской государственной судоходной компанией Finferries первого в мире полностью автономного автомобильного парома Falco (пробный рейс в море к югу от города Турку (Финляндия)); – использование сенсорных датчиков и искусственного интеллекта для раннего обнаружения препятствий и предотвращения столкновений с объектами; – выполнение судном автоматической швартовки с помощью, недавно разработанной автономной навигационной системы (обратный рейс осуществлялся на дистанционном управлении)	[5]
Норве-гия	Конец 2021 г.: – проведение ходовых испытаний и подготовка к первому самостоятельному походу полностью автоматизированного контейнеровоза норвежской компании Kongsberg Gruppe; – было запланировано, что судно перевезет примерно 100 контейнеров с удобрениями на расстояние до 120 км по маршруту, связывающему три морских порта в Норвегии; – его применение направлено на сокращение автомобильных перевозок дизельными автомобилями (до 40 тыс. рейсов грузовых автомобилей в год) при уменьшении на порядок вредных выбросов	[6]
Япония	Март – апрель 2021 г.: – проведение на причале порта Оарай демонстрационных испытаний новой системы причаливания и отхода от причала в автоматическом режиме; – в проекте приняли участие компании Mitsui E&S Ship-building Co., Ltd. (MES-S), Mitsui O. S. K. Lines, Ltd. (MOL), Токийский университет морских наук и технологий, компания Akishima Laboratories Inc. и паромный оператор MOL Ferry Co., Ltd.; – испытания проводились с участием крупного автомобильного парома Sunflower Shiretoko (MOL Ferry) валовым тоннажем 11 тыс. т на рабочем маршруте с использованием действующего причала; – запланировано доведение системы на основе применения виртуальных и реальных данных на действующих причалах с участием других типов судов с целью разработки универсальной технологии	[7]
Швеция	С 2021 г.: – разработка компанией АВВ передовых решений в области автономного судоходства для научно-исследовательского судна института Monterey Bay Aquarium (MBARI) на базе распределенной системы управления System 800xA, объединяющей цифровые системы контроля, регулирования мощности, движения, низковольтные распределительные системы и системы управления судном на единой платформе, позволяющие экипажу и береговым службам получать необходимую информацию для эффективной и безопасной эксплуатации судна	[8]

Также интерес представляет пласт трудов, посвященных применению искусственного интеллекта (ИИ) в области судоходства, в т.ч. в рамках концепции развития e-Навигации, a-Навигации и автономного судовождения [9 - 12]. Особое место в нем занимают работы китайских ученых, научных деятелей США, Южной Кореи, Великобритании. Наиболее обсуждаемыми и перспективными в числе технологий ИИ являются машинное обучение и глубокое обучение, тесно связанные с вопросами энергоэффективности морских транспортных и обеспечивающих судов, мониторинга в реальном времени, предотвращения столкновений судов и выявления внештатных ситуаций на море, управления траекторией судов, данными автоматизированных информационных систем. Кроме того, международное научно-практическое сообщество [13] предложило следующие ключевые функциональные модули: «Интеллектуальная навигация», «Интеллектуальный корпус», «Интеллектуальное машинное отделение», «Интеллектуальное управление энергоэффективностью», «Интеллектуальное управление грузами», «Интеллектуальная интеграционная платформа», «Дистанционное управление» и «Автономная работа». В целом, технологиям ИИ в этих областях отводится роль технологий развития и поддержки принятия управленческих решений, в т.ч. служащих основой для анализа и прогнозирования поведения, повышения эффективности и безопасности навигации. В условиях разработки «умных» решений ожидается [14, 15], что развитие вышеобозначенных аспектов приведет к таким результатам, как: снижение аварийности путем исключения человеческого фактора, сокращение негативного воздействия на окружающую среду, повышение надежности перевозок за счет существенного изменения строения судов, увеличение экономической эффективности.

Однако при всех ожидаемых плюсах от реализации безэкипажного автономного судовождения необходимо осознавать появление и рост угроз, связанных с развитием технологий ИИ и с внедрением их транспортную сферу. Следовательно, важно уже сегодня, помимо решения кадровых вопросов (нивелирования дефицита квалифицированного персонала для новых цифровых реалий), поиска инвестиционных ресурсов и оптимального их использования, снижения времени на разработку высокотехнологичных решений, рассматривать такой ключевой аспект, как разработку мер обеспечения транспортной, информационной и экономической безопасности не только в море, но и в самих морских транспортных узлах ввиду высокого риска намеренного высокотехнологического вмешательства в функционирование цифровой инфраструктуры объектов и региона в целом.

Заключение

В целом, несмотря на столь большое внимание изучению заявленной проблематики, остается много нерешенных вопросов в области развития e- и a-Навигации, автономного судовождения, в т.ч. касательно разработки высокотехнологичных РТК (транспортных судов, катеров, обеспечивающего флота, морских и береговых устройств), механизмов организации их взаимодействия и защиты. Особенно это актуально на фоне того, что:

– во-первых, среднее количество роботов, приходящихся на 10 тыс. работников, в 2018 г. составляло по всему миру 99 ед., в т.ч. по Азии порядка 91 ед., по Европе – 114 ед., по России – всего лишь 5 ед., и то в основном в автомобильной промышленности; а в 2022 г. их число в мире выросло уже на 52,5 %, достигнув 151 ед. на 10 тыс. чел. [16];

– во-вторых, постоянно развиваются алгоритмы широкополосной связи «судно-судно», «судно-берег» в системе e- и a-Навигации;

– в-третьих, особое значение приобретает формирование и развитие роевого управления автономными устройствами и судами в море, в акватории морских портов, связанных с ними транспортных узлов (деятельность которых также подлежит цифровой трансформации [15]);

– в-четвертых, обеспечение защищенности морской инфраструктуры от беспилотных РТК и обеспечение информационной безопасности должны рассматриваться в качестве отправной точки при разработке высокотехнологичных решений в области развития цифровой инфраструктуры морской транспортной отрасли;

– в-пятых, важно обеспечение сбалансированного развития на высокотехнологичной инновационной основе всех участников для реализации безэкипажного (автономного) судовождения.

Подводя итог сказанному выше стоит отметить, что ключевым аспектом эффективной реализации ЦТ ТО и решения вопроса обеспечения экономического и технологического суверенитета в складывающихся условиях, сохраняющего свою острую злободневность, ограничиваться акцентом лишь на разработке отдельных вопросов развития безэкипажного, автономного судовождения не имеет смысла, поскольку точечный подход не даст требуемых результатов: без одновременного развития цифровой и производственной инфраструктуры на инновационной основе это нецелесообразно. Следовательно, в настоящих условиях ключевым аспектом является разработка целостного механизма управления комплексным инновационным развитием морской, смежных отраслей, сфер деятельности и экономики региона. Поскольку такой комплексный подход позволит разумно использовать весь имеющийся ресурсный потенциал на целостной основе. При его разработке следует учитывать основную особенность развития данной проблематики, заключающуюся в том, что при ее разработке необходимо соблюсти баланс обеспечения технологического и экономического суверенитета России (с учетом опыта создания и использования беспилотных РТК в военной и гражданской сферах), а также реализации оптимального сотрудничества на международной арене, поскольку морская сфера не может замыкаться на внутренние интересы, обладая глобальным характером.

Конфликт интересов

Автор статьи заявляет, что на момент подачи статьи в редакцию, у него нет возможного конфликта интересов с третьими лицами.

Список источников

1. Распоряжение Правительства РФ от 03.11.2023 N 3097-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации транспортной отрасли Российской Федерации до 2030 года» // СЗ РФ, 13.11.2023. – № 46. – Ст. 8274.
2. Постановление Правительства РФ от 24.12.2008 N 988 (ред. от 29.10.2024) «Об утверждении перечня научных исследований и опытно-конструкторских разработок» // СЗ РФ, 12.01.2009. – № 2. – Ст. 202.
3. Панамарева О.Н., Панамарева О.Г. К вопросу о технико-экономическом обосновании целесообразности реализации автономного судовождения // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С. 199-205.
4. Remote and autonomous ship – the next step. – URL: <https://www.rolls-royce.com//media/Files/R/RollsRoyce/documents/itepaper-210616.pdf> // (дата обращения: 18.10.2025). – Текст: электронный.

5. Rolls-Royce и Finferries испытали первый в мире полностью автономный паром. – URL: <https://portnews.ru/news/268729/> // (дата обращения: 18.10.2025). – Текст: электронный.
6. YARA Birkeland – autonomous ship project. 2020. – URL: <https://www.kongsberg.com/maritime/support/themes/autonomousship-project-key-facts-about-yara-birkeland/> // (дата обращения: 19.10.2025). – Текст: электронный.
7. Japanese demonstration of autonomous docking system. – URL: <https://www.maritime-executive.com/article/video-japanesedemonstration-of-autonomous-docking-system> // (дата обращения: 19.10.2025). – Текст: электронный.
8. ABB future-proofs sustainable operation of Monterey Bay ocean research vessel. – URL: <https://new.abb.com/news/detail/79093/abb-futureproofs-sustainable-operation-of-monterey-bay-ocean-research-vessel> // (дата обращения: 19.10.2025). – Текст: электронный.
9. Куку Э.А., Студеникин Д.Е., Кондратьев С.И. Данные судовой интеллектуальной оптической системы определения элементов навигационной обстановки в условиях вибрации // Эксплуатация морского транспорта. – 2023. – № 1 (106). – С. 212-220.
10. Zhang C., Lu Y. Study on artificial intelligence: The state of the art and future prospects. J. Ind. Inf. Integr. – 2021. – № 23. – P. 100224.
11. Capobianco S., Millefiori L.M., Forti N., Braca P., Willett P. Deep learning methods for vessel trajectory prediction based on recurrent neural networks. IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst. – 2021. – № 57. – PP. 4329-4346.
12. Munim Z.H., Dushenko M., Jimenez V.J., Shakil M.H., Lmset M. Big data and artificial intelligence in the maritime industry: A bibliometric review and future research directions. Marit. Policy Manag. – 2020. – № 47. – PP. 577-597.
13. Hao G., Xiao W., Huang L., Chen J., Zhang K., Chen Y. The Analysis of Intelligent Functions Required for Inland Ships. J. Mar. Sci. Eng. – 2024. – № 12. – 836 p.
14. Кирилова М.А., Рожко А.И. Перспективы развития безэкипажных судов в Российской Федерации // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2020. – № 3. – С. 16-22.
15. Панамарева О.Н. Научное осмысление цифровой трансформации морских транспортных узлов для обеспечения экономической безопасности: монография. Анапа: Федеральное государственное автономное учреждение «Военный инновационный технополис «ЭРА». – 2024. – 419 с.
16. Где больше всего роботов. – URL: <https://econs.online/articles/details/gde-bolshe-vsego-robotov/> // (дата обращения: 22.10.2025).

Aspects of the development of unmanned navigation in the context of digital transformation

Olesya Nikolaevna Panamareva
*Military Innovativ Technopolis «ERA»,
 Anapa, Russia*
era_otd1@mil.ru

Abstract

This paper compiles and outlines the key aspects related to the development of unmanned navigation, which have received particular attention from domestic and international researchers. Their research has revealed that despite the significant interest in the development of unmanned vessels and complex robotic systems, a piecemeal approach to their development remains characteristic of digitalization processes, but it does not facilitate the implementation

of an effective digital transformation that transforms business processes through innovative technical, technological, and organizational foundations. A comprehensive approach to developing such high-tech solutions is proposed as a promising direction in this area, particularly relevant in the context of the development of smart transportation hubs and smart regions, including through the use of artificial intelligence technologies.

Keywords: unmanned navigation, autonomy, innovation, artificial intelligence, sustainability, system safety, integrated approach