Индустриальные революции и водный транспорт

Industrial revolutions and water transport

Малыгин / Malygin I.
Игорь Геннадьевич
(malygin_com@mail.ru)
доктор технических наук, профессор.
ФГБУН Институт проблем транспорта
имени Н. С. Соломенко РАН (ИПТ РАН),
директор.
г. Санкт-Петербург

Комашинский / Komashinsky V.
Владимир Ильич
(kama54@rambler.ru)
доктор технических наук, доцент.
ИПТ РАН, заместитель директора по научной работе.
г. Санкт-Петербург

Михалев / Mikhalev O.
Олег Александрович
(vas-nic@yandex.ru)
кандидат технических наук.
ФГКВОУ ВО «Военная академия связи
имени Маршала Советского Союза
С. М. Буденного» МО РФ,
начальник отдела НИЦ.
г. Санкт-Петербург

Аванесов / Avanesov M.
Михаил Юрьевич
(avanesov@itain.spb.ru)
кандидат технических наук.
ЗАО «Институт телекоммуникаций»,
научный секретарь.
г. Санкт-Петербург

Королев / Korolev O.
Олег Александрович
(korolev@iptran.ru)
ИПТ РАН, научный сотрудник.
г. Санкт-Петербург

Ключевые слова: водный транспорт – water transport; четвертая индустриальная революция – fourth industrial revolution; информационно-управляющие системы – management information systems; искусственный интеллект – artificial intelligence; системы связи – communication systems; информационно-телекоммуникационная система – information telecommunication system.

В статье рассмотрены основные черты новой индустриальной революции (Industry 4.0) в сфере водного транспорта. Показан комплекс перемен, затрагивающих транспортную индустрию (судостроение), транспортные средства (автономные и роботизированные суда), портовое хозяйство и водные магистрали. Отмечается, что ключевой технологической платформой новой индустриальной революции являются информационно-управляющие системы водного транспорта, интегрированные с технологиями искусственного интеллекта. Интеллектуализация водного транспорта позволит оптимизировать потребление топлива и энергетических ресурсов, более эффективно использовать суда для перевозки пассажиров и грузов, более точного прогнозировать погодные условия и осуществлять эффективную погодную маршрутизацию. Предложены новые функции интеллектуальных портов, рассмотрены основные элементы бортовой интеллектуальной информационно-телекоммуникационной системы. Показана ведущая роль новых информационно-телекоммуникационных технологий и технологий искусственного интеллекта в формировании национальной (и международной) интеллектуальной системы водного (и мультимодального) транспорта в период 4-й индустриальной революции.

In the article, the main lines of new industrial revolution (Industry 4.0) in the sphere of the water transport are considered. The complex of the changes affecting the transport industry (shipbuilding), vehicles (independent and robotic vessels), and port economy and water trunks is revealed. It is marked that a key technological framework of new industrial revolution are the management information systems of the water transport integrated with technologies of an artificial intelligence. Intellectualization of the water transport will allow optimizing consuming of fuel and energy resources, more effectively to use vessels for transportation of passengers and loads, to predict weather conditions more exact and to realize effective weather routing. New functions of intellectual ports are offered, basic elements of onboard intellectual information telecommunication system are considered. The leading role of new information and telecommunication technologies and technologies of an artificial intelligence in formation of national (and international) intellectual system of water (and multimodal) transport during the fourth industrial revolution is shown.

Введение

Водный транспорт был и остается ключевым элементом Мировой экономической системы [1]. Объемы морских и речных перевозок постоянно возрастают, требования к качеству перевозки грузов водным транспортом (своевременность, безопасность, надежность) повышаются.

Современные водные транспортные системы включают транспортные средства (пассажирские суда, контейнеровозы, сухогрузы, наливные суда и др.) водные транспортные магистрали, а также морские (и речные) порты. Очевидно, что совершенствование инфраструктур водного транспорта является важным фактором ускоренного развития национальной и международной экономик [2].

Коэволюция индустриальных технологий и водного транспорта

Анализируя процессы развития технологий построения водных транспортных средств и транспортных магистралей, трудно не заметить положительную корреляцию с траекторией развития индустриальных технологий в целом.

В частности (рис. 1), переход от парусного флота к флоту на паровой тяге (пароходам) произошел в результате первой индустриальной революции [3, 4], основанной на разработке, производстве и широком использовании паровых двигателей.

Успешное проведение второй индустриальной революции [3, 4], основанной на широком использовании двигателей внутреннего сгорания и электродвигателей (рис. 1), привело к существенной модернизации флота (появлению различных типов теплоходов) при этом, существенно повысилась скорость движения водного транспорта, его грузоподъемность и надежность.

Прогресс в области информационных, телекоммуникационных и компьютерных технологий стимулировал третью индустриальную революцию, в результате которой началась цифровизация водного транспорта и его инфраструктур (рис. 1).

Особенностью наступающей, четвертой индустриальной революции является усиление акцента на технологиях получения знаний и их применения посредством специальных технических систем, получивших название искусственных когнитивных технических систем [5, 6, 7].

Применительно к сфере водного транспорта, новые технологии проявляются в дальнейшей его цифровизации и информатизации (рис. 2), в разработке и создании автономных (роботизированных) надводных и подводных транспортных средств и интеллектуализации водных магистралей. Успешное проведение четвертой индустриальной революции в сфере водного транспорта предполагает успешное решение комплекса взаимосвязанных задач по построению интеллектуальной информационно-телекоммуникационной системы водного транспорта (ИТС ВТ). Создание ИТС ВТ формирует условия для обеспечения сквозного управления жизненным циклом водного транспорта, начиная от его проектирования и заканчивая утилизацией (рис. 3).

Управление жизненным циклом водного транспорта предусматривает сетевое взаимодействие всех его элементов (интеллектуальных производственных предприятий (верфей), интеллектуальных (морских и речных) судов, «умных» водных магистралей и интеллектуальных систем обслуживания судов). Управление жизненным циклом, в конечном итоге, способствует увеличению производительности водного транспорта и поддерживает «самовоспроизводящийся цикл повышения стоимости».

Основные составные части интеллектуальной системы водного транспорта

Интеллектуализация системы водного транспорта предполагает проведение комплекса взаимосвязанных мероприятий (НИР, ОКР, модернизацию судов и судостроительного производства), направленных на широкое применение новых информационных технологий, искусственного интеллекта и робототехники в надводном (и подводном) торговом (и военном) флоте, в морских и речных портах, в отраслевых информационно-телекоммуникационных системах, а также в национальной (и международной) интегрированной интеллектуальной транспортной системе в целом.

Интеллектуализация водного транспорта открывает широкие возможности по оптимизации использования топлива и энергетических ресурсов, более эффективному использованию судов для перевозки пассажиров и грузов, более точного прогнозирования погоды и осуществлению эффективной погодной маршрутизации. Повышение степени интеллектуализации систем водного транспорта, использование интеллектуальных датчиков и глобальных беспроводных высокоскоростных сетей передачи данных между судном и берегом будет способствовать использованию систем дистанционного управления, а также поддержанию полностью или частично автономной работы судов. Непрерывное и надежное взаимодействие между транспортными системами морского базирования и береговыми центрами управления позволит усилить поддержку и контроль со стороны берега. Все это одновременно потребует применения новых подходов для обеспечения безопасности информационно-телекоммуникационной инфраструктуры водного транспорта от кибератак.

Таким образом, основными целями интеллектуализации морского транспорта являются:

– повышение эффективности и качества работы

Рис. 1. Коэволюция индустриальных технологий и технологий построения водного транспорта

Рис. 2. Новые технологии, применяемые на водном транспорте

Рис. 3. Управление всеми этапами жизненного цикла судна

Рис. 4. Основные составные части ИТС ВТ

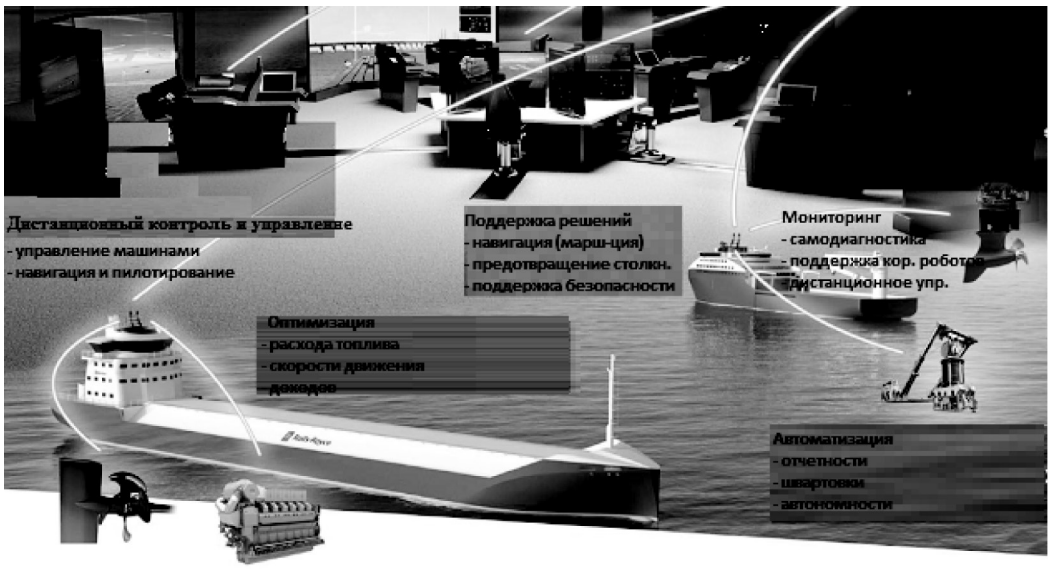

Рис. 5. Современные судовые технологии и новые возможности

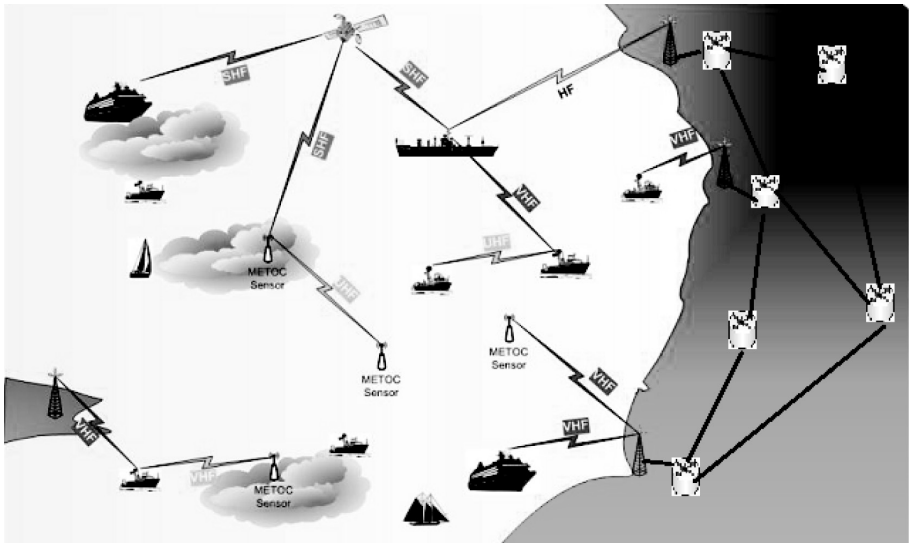

Рис. 6. Беспроводные сети водного транспорта

Рис. 7. Бортовые беспроводные системы связи

портов, логистической инфраструктуры, системы транспортировки пассажиров и грузов;

– управление и совершенствование береговой инфраструктуры;

– улучшение условий труда экипажа, требований охраны здоровья и безопасности на борту;

– усовершенствование системы безопасности судовождения;

– улучшение качества мониторинга морских трасс и прибрежных зон;

– повышение энергоэффективности судов;

– улучшение качества услуг, предоставляемых водным транспортом по перевозке пассажиров и грузов;

– более высокая автономность судов;

– более эффективная работа интегрированных логистических цепочек (трансмодальных и мультимодальных) перевозок.

В процессе модернизации водного транспорта объектами интеллектуализации становятся (рис. 4) суда, ИТ-инфраструктура, порты и мультимодальные шлюзы.

Предусматривается, что интеллектуальный и автономный водный транспорт будет «интеллектуально» взаимодействовать не только с водным пространством, но и с другими водными транспортными средствами и интеллектуальными морскими (и речными) портами (рис. 5). Интеллектуализация и роботизация водного транспорта предусматривает всестороннее обеспечение мониторинга состояния

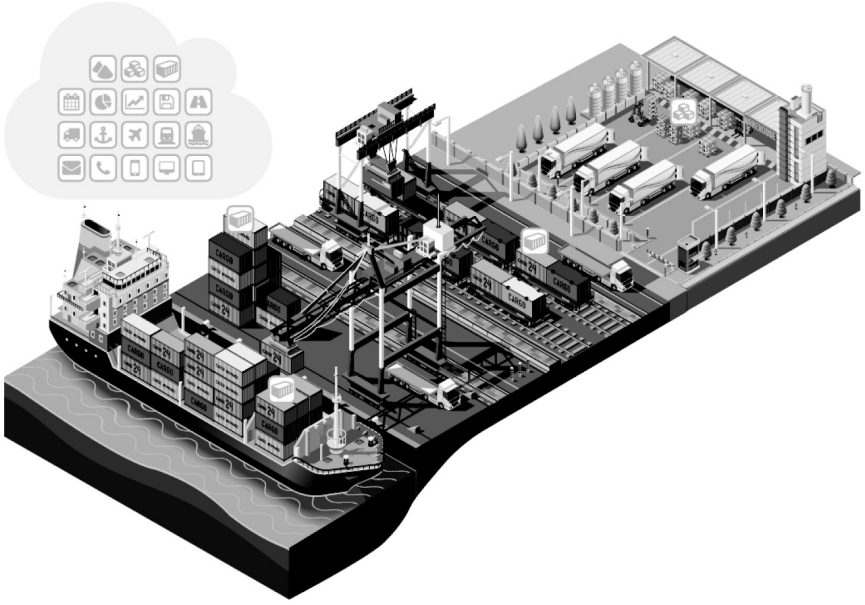

Рис. 8. Новые функции интеллектуальных портов

судов и внешней среды в режиме реального времени, осуществление управление судном в дистанционном или автономном режимах.

Надежные беспроводные сети передачи данных, системы управления данными (датчиками), информацией и знаниями приобретают важное значение для обеспечения надежной и качественной эксплуатации судна, кроме того многие новые системы водного транспорта требуют обеспечения надежной информационно-сетевой защиты (рис. 5).

Цифровые водные магистрали, включают в себя не только сети беспроводной (и проводной) связи между судами и портами (рис. 6, 7), но также и сети датчиков (бортовых, портовых, береговых, надводных и подводных), которые обеспечивают необходимыми данными судовые и береговые интеллектуальные информационно-телекоммуникационные системы.

Основу цифровых беспроводных магистралей составляют сети спутниковой связи и навигации, а сети дальней коротковолновой (КВ) радиосвязи выполняют задачи резервирования сетей спутниковой связи и функции оповещения о чрезвычайных ситуациях; системы ультракоротковолновой (УКВ) радиосвязи и сотовой связи широко используется для обмена информацией экипажа судна и взаимодействия с береговыми службами в портах.

Интеллектуальные порты (морские и речные) формируются в результате цифровизации и роботизации портовой инфраструктуры (на основе применения внутренних сетей передачи данных, специальных сетей датчиков и исполнительных устройств), портовых информационно-управляющих и интеллектуальных систем. Умные порты взаимодействуют с информационными системами судов и других (национальных и зарубежных) портов, создают условия для предоставления (совместно с торговыми порталами) услуг по принципу «одного окна» в интересах повышения эффективности управления морским транспортом и морскими перевозками и качества водных транспортных услуг (рис. 8).

Интеллектуальные порты, интегрированные с системами навигации, береговыми сетями, судовыми информационно-телекоммуникационными системами, сетями (надводных и подводных) датчиков (рис. 9) и т.п., образуют информационно-телекоммуникационную систему водного транспорта (ИТС ВТ), обеспечивающую функционирование всех его составных частей как единой системы.

Портовая интеллектуальная информационно-телекоммуникационная система (ИИТС) включает: центр автоматизированного управления, подсистему интеллектуального анализа и отображения данных и информации, сети портовых датчиков и исполнительных устройств, и др. подсистемы. Портовые подсистемы интегрируются с помощью проводных и беспроводных местных сетей доступа [8] с инфраструктурными элементами магистральной интеллектуальной мультимодальной транспортной системы (ИМТС).

ИТС ВТ строится как открытая система (рис. 9, 10) на основе стандартных стеков сетевых протоколов, стандартных интерфейсов (в т.ч. и с бортовым оборудованием) и открытых прикладных программных интерфейсов (API).

Бортовая ИИТС может состоять из сети датчиков и исполнительных устройств, подсистемы обработки и отображения данных, навигационной системы, бортового искусственного интеллекта и др. подсистем. Судовые подсистемы интегрируются с помощью гибридной

Рис. 9. Основные составные части интеллектуальной информационно-телекоммуникационной системы водного транспорта

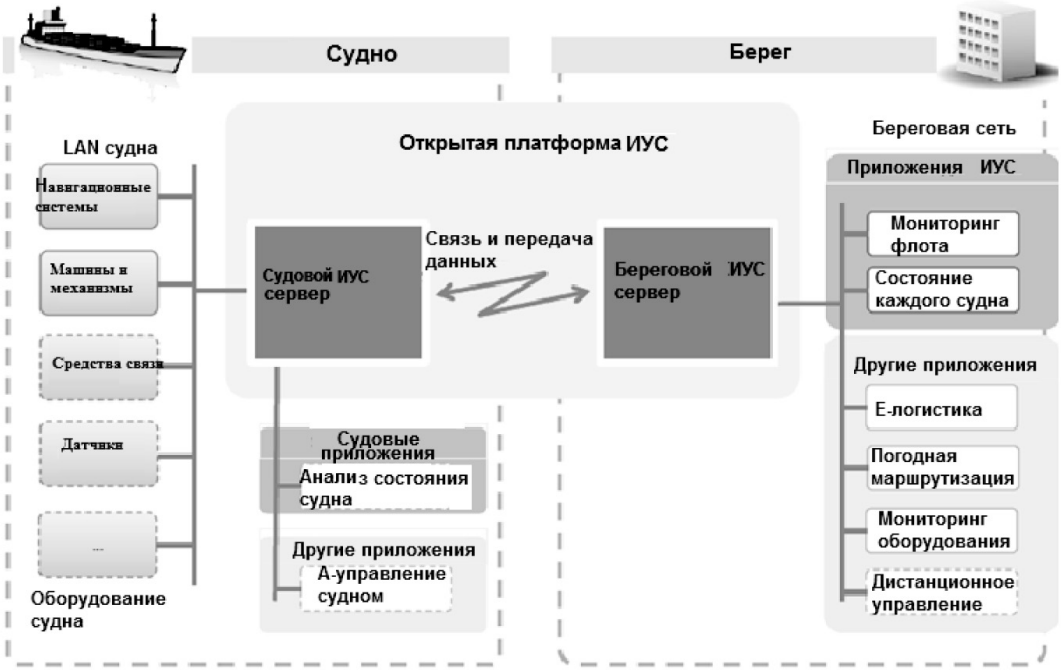

Рис. 10. Основные элементы бортовой интеллектуальной информационно-телекоммуникационной системы

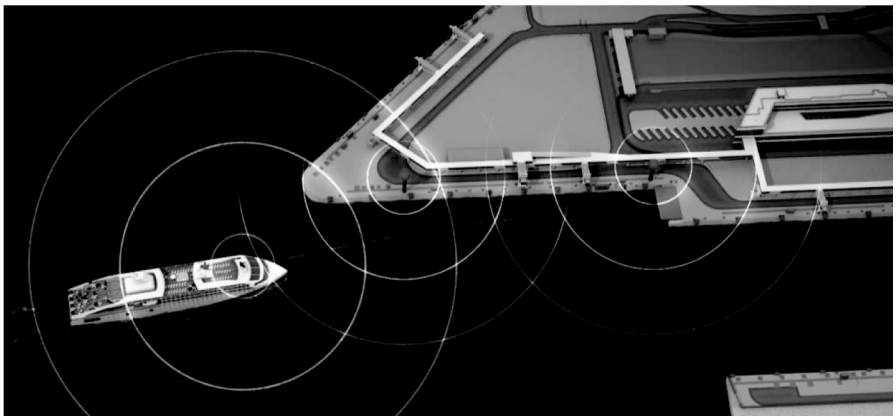

Рис. 11. Автономное причаливание

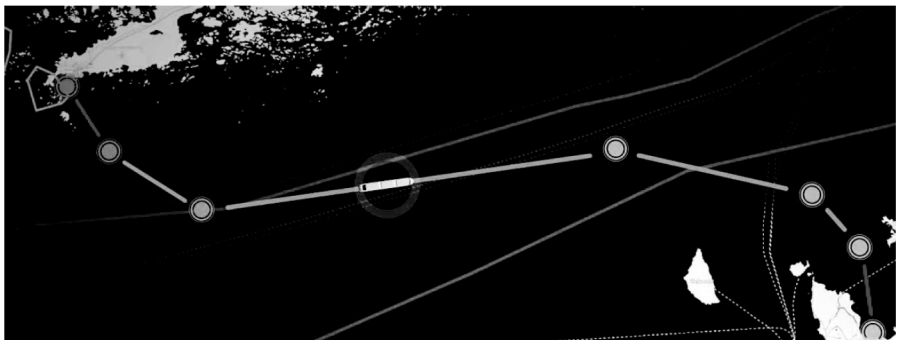

Рис. 12. Автономная динамическая погодная маршрутизация

Рис. 13. Автономное предупреждение аварийных столкновений судов

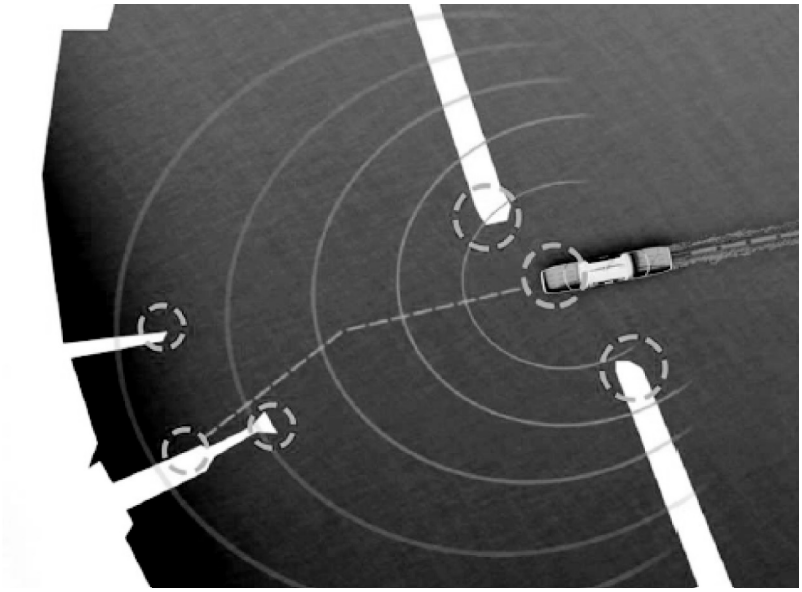

Рис. 14. Автономный докинг

(проводно-беспроводной) судовой локальной сети. Бортовые беспроводные сети обеспечивают мобильное взаимодействие между членами экипажа (P2P), межу экипажем и техническими устройствами (P2M), а также между бортовыми (M2M) и внешними инфраструктурными техническими системами (M2I).

В ближайшее время на ИТС ВТ может быть возложено решение таких проблем как безопасность портов и охрана окружающей среды, в том числе уменьшение уровня шума порта и эффективного использования энергии. Решение проблем реализации концепции «зеленых» портов, также может возлагаться на ИТС ВТ вместе с вопросами охраны морской среды, глобального изменения климата и повышение уровня моря.

На бортовую (судовую) информационно-управляющую систему (ИУС) может возлагаться решение таких задач, как автономное причаливание, динамическая погодная маршрутизация, предупреждение аварийных столкновений судов, автономный докинг (рис. 11–14) и др.

Эффективное функционирование ИТС ВТ в рамках интегрированной интеллектуальной мультимодальной транспортной системы (ИМТС) предполагает использование технологий открытых систем, обеспечивающих прозрачное взаимодействие различных транспортных мод (железнодорожной, авиационной, автомобильной и водной), а также стандартизацию аппаратных и программных интерфейсов ИМТС. Одной из задач, решаемых ИМТС, является ведение морской электронной базы данных (баз знаний) и предоставление их через WEB-порталы в интересах эффективного решения задач модальной (и мультимодальной) логистики и таможенного обслуживания.

Развитие ИТС ВТ (в рамках ИМТС) является важным условием эффективного взаимодействия и интеграции между различными видами (модами) транспорта, благодаря использованию общих эталонных моделей модальных ИТС, общей системы электронной таможни, стандартов на оцифровку транспортных документов и широкого использования электронной транспортной документации. Кроме того, в рамках ИМТС обеспечивается открытый, надежный и прозрачный доступ к транспортной и торговой информации, что позволит сформировать новые более эффективные бизнес-модели и оптимизировать транспортные и торговые системы.

Выводы

В статье показан ряд ожидаемых технологических изменений водного транспорта, которые уже происходят или будут происходить в ближайшем будущем. Показана ведущая роль новых информационно-телекоммуникационных технологий и технологий искусственного интеллекта в формировании национальной (и международной) интеллектуальной системы водного (и мультимодального) транспорта в период 4-й индустриальной революции.

Литература

1. Pipitsoulis, C. The EU eMaritime initiative – Single Window, with a view to the near future / C. Pipitsoulis // In Logious Conference. Rotterdam. 2010.

2. Enhancing Public Transport System in Developing Countries towards Multimodal Public Transport System / E. Buchari [et al.] / Proceedings of the Conference on The Intelligent Public Transport System, April 2–4, 2008. Netherland.

3. Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial fur Deutschland / J. Bauer [et al.]. – Berlin, 2014. – P. 5–30.

4. Bauernhansl, T. Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik – Anwendung, Technologie, Migration / T. Bauernhansl, M. Hompel, B. Vogel-Heuser. – Wiesbaden, 2014. –
P. 12–17.

5. Mertens, P. Industrie 4.0 – Herausforderungen auch an Rechnungswesen und Controlling im Uberblick / P. Mertens // Controlling – Zeitschrift fur erfolgsorientierte Unternehmensteuerung. – 2015. – Vol. 27. – P. 452–454.

6. Комашинский, В. И. Когнитивная метафора в развитии телекоммуникационных и индустриальных сетевых инфраструктур, или первые шаги к постинформационной эпохе / В.И. Комашинский, Д.В. Комашинский // Технологии и средства связи. – 2015. – № 1. – С. 62–67.

7. Malygin, I. The intellectual technologies on water transport/ I. Malygin, V. Komashinsky, M. Asaul // Marine intellectual technologies. – 2017. – No. 2 (36), Vol. 2. – P. 55–58.

8. Industrie 4.0 Controlling in the Age of Intelligent Networks [Электронный ресурс] / International Controller Association. – Режим доступа: . https: //www.icv.controlling.com/fileadmin/Assets/Content/AK/Ideenwerkstatt/Files/Dream Car Industrie 4.0 EN.pdf, свободный. – Загл. с экрана.