

ВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ В ПЕРИОД ЧЕТВЕРТОЙ ИНДУСТРИАЛЬНОЙ РЕВОЛЮЦИИ

И. Г. Малыгин, В. И. Комашинский, О. А. Королев, О. Ю. Лукомская
(Санкт-Петербург)

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].

Козволюция 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.



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

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 промышленную революцию*, в результате которой началась цифровизация водного транспорта и его инфраструктур (рис. 1).

Особенностью наступающей, *четвертой промышленной 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 создания автономных (роботизированных) надводных и подводных транспортных средств и интеллектуализации водных магистралей.

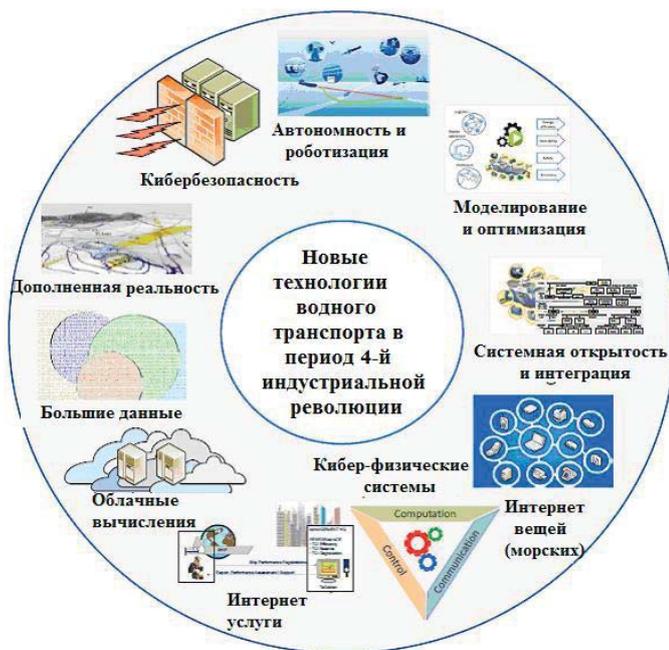


Рис. 2. Новые технологии, применяемые на водном транспорте

Успешное проведение четвертой промышленной 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).



Рис. 3. Управление всеми этапами жизненного цикла судна

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 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 возможности по оптимизации использования топлива и энергетических ресурсов, 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 потребует применения новых подходов для обеспечения безопасности информационно-телекоммуникационной инфраструктуры транспорта от кибератак.

Основными целями интеллектуализация морского транспорта являются:

- повышение эффективности и качества работы портов, логистической инфраструктуры, системы транспортировки пассажиров и грузов;
- управление и совершенствование береговой инфраструктуры;
- улучшение условий труда экипажа, требований безопасности на борту;
- усовершенствование системы безопасности судоходства;
- 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.

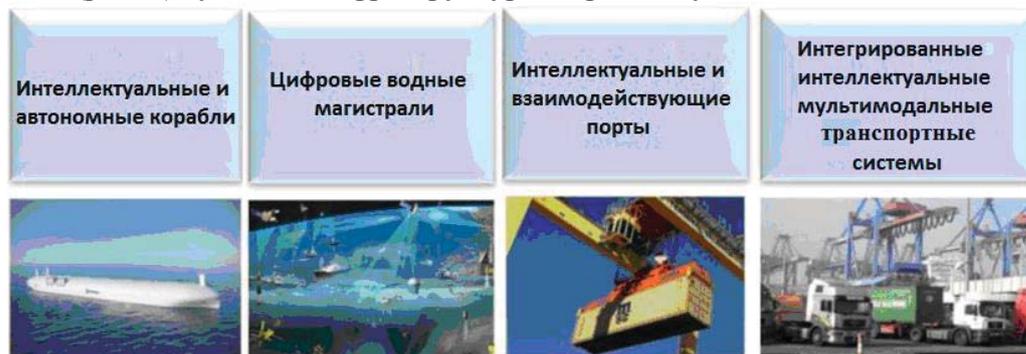


Рис. 4. Основные составные части ИТС ВТ

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 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 надежной и качественной эксплуатации судна. Кроме того, многие новые системы водного транспорта требуют обеспечения надежной информационно-сетевой защиты (рис. 5).

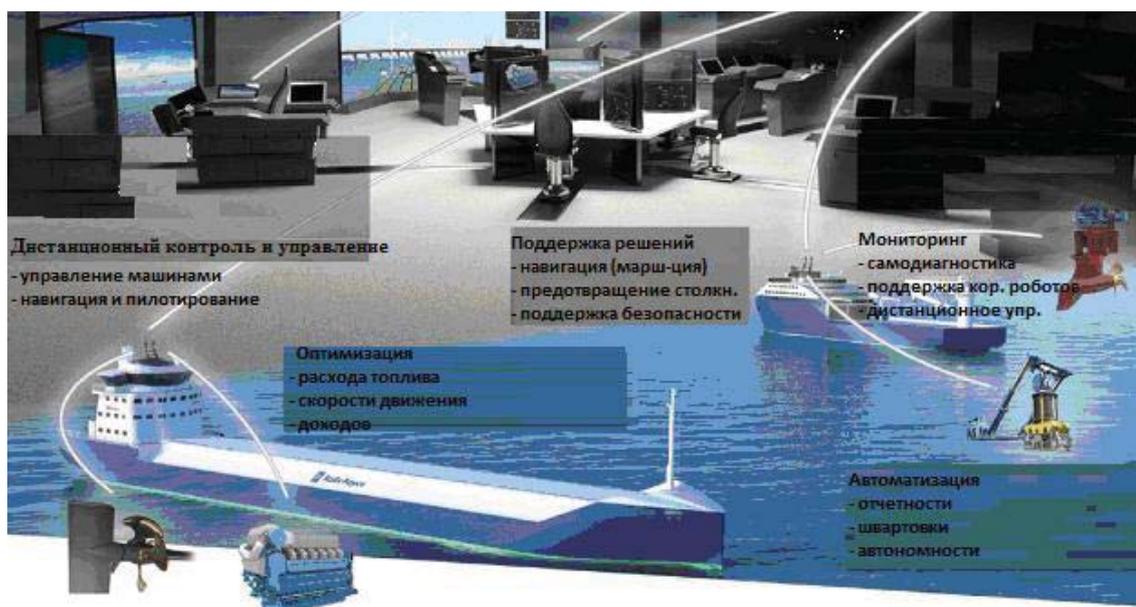


Рис. 5. Современные судовые технологии и новые возможности

Цифровые водные магистрали включают в себя не только сети беспроводной (и проводной) связи между судами и портами, 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 портами) услуг по принципу «одного окна» в интересах повышения эффективности управления морским транспортом и морскими перевозками и качества водных транспортных услуг (рис. 6).

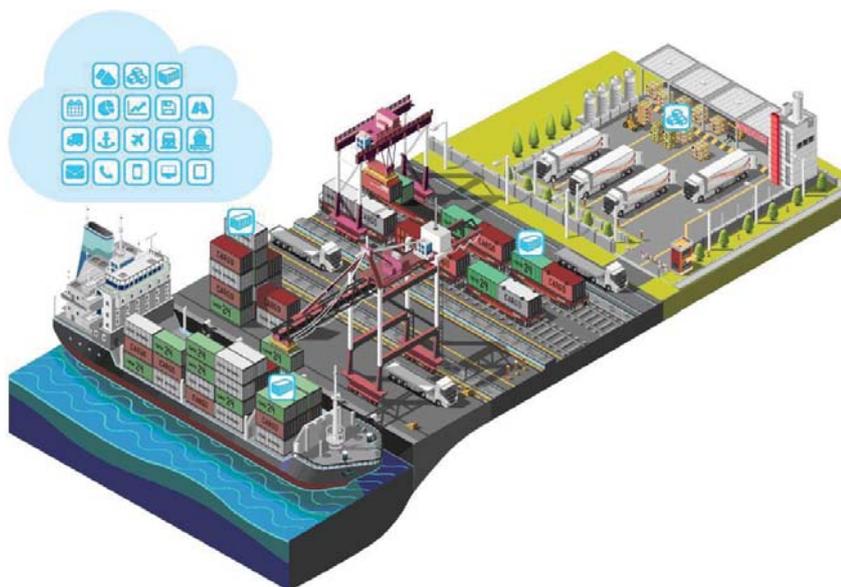


Рис. 6. Новые функции интеллектуальных портов

Интеллектуальные порты, интегрированные с системами навигации, береговыми сетями, судовыми информационно-телекоммуникационными системами, сетями (надводных и подводных) датчиков (рис.7) 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).

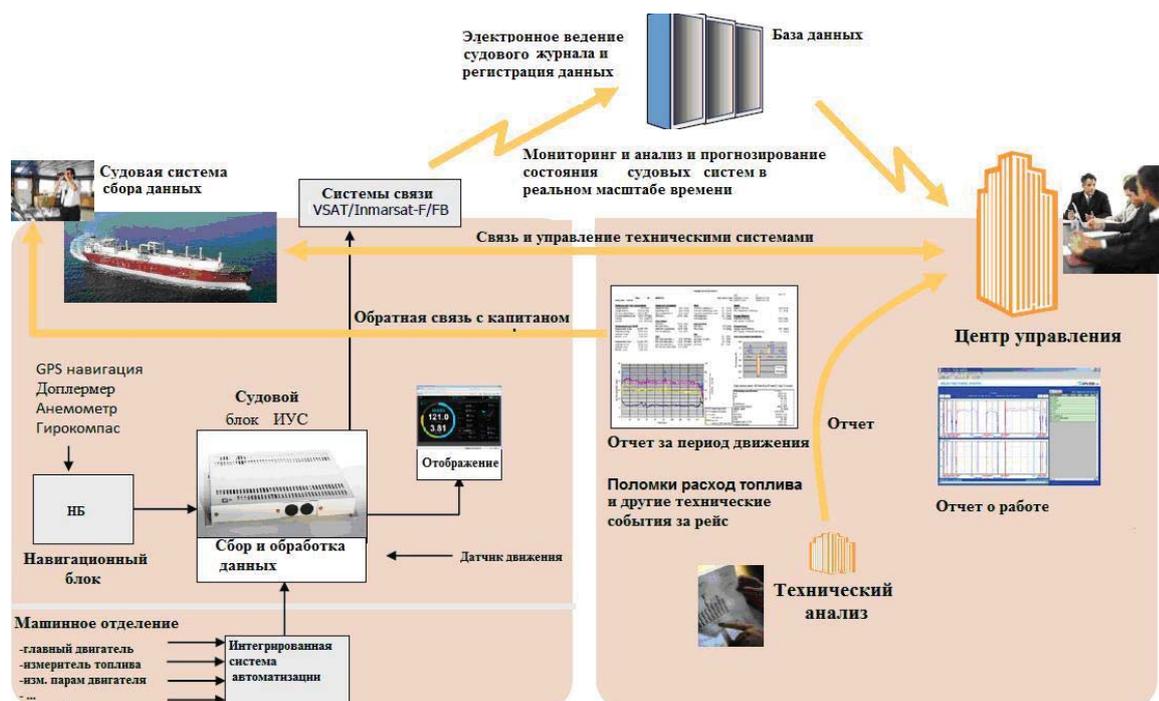


Рис. 7. Основные составные части ИИТС водного транспорта

ИТС ВТ строится как открытая система (рис. 8) 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 (проводно-беспроводной) судовой локальной сети. Бортовые беспроводные сети обеспечивают мобильное взаимодействие между членами экипажа (P2P), между экипажем и техническими устройствами (P2M), а также между бортовыми (M2M) и внешними инфраструктурными техническими системами (M2I).

В ближайшее время на ИТС ВТ могут 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 могут возлагаться на ИТС ВТ вместе с вопросами охраны морской среды, глобального изменения климата и повышение уровня моря.

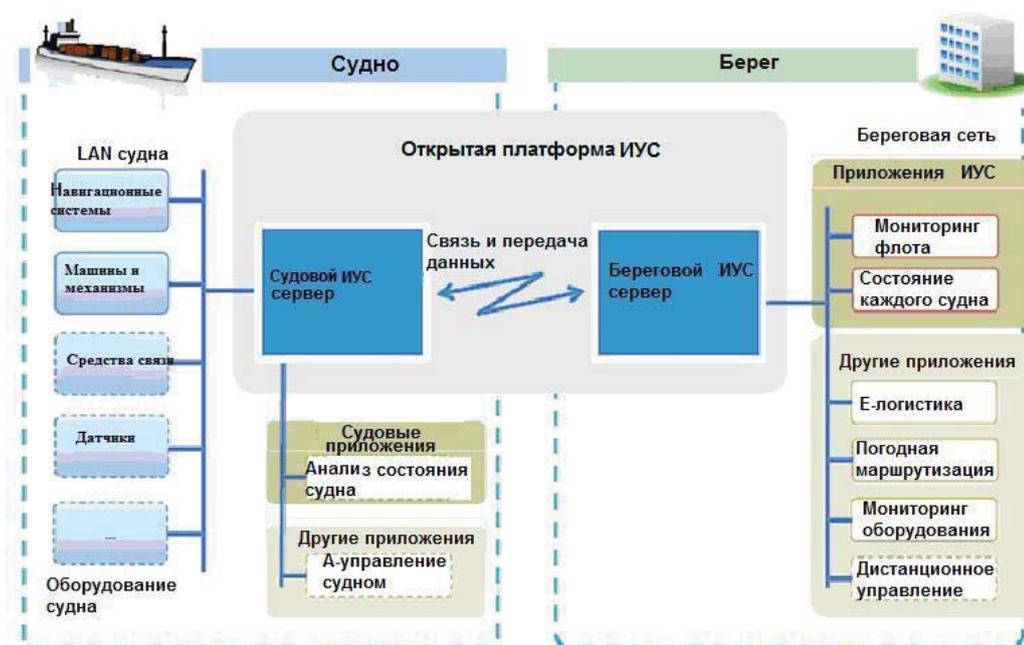


Рис. 8. Основные элементы бортовой ИИТС

На бортовую (судовую) информационно-управляющую систему (ИУС) могут возлагаться решение таких задач, как автономное причаливание (рис. 9), динамическая погодная маршрутизация (рис. 10) предупреждение аварийных столкновений судов, автономный докинг и др.



Рис. 9. Автономное причаливание

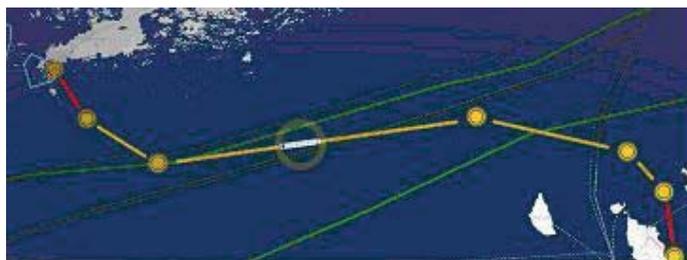


Рис. 10. Автономная динамическая погодная маршрутизация

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.

Механизм инновационного развития водного транспорта

Инновационный механизм развития водного транспорта включает (рис. 11) подсистему формирования отдельных инноваций, подсистему контекстной комбинации отдельных инноваций и системные инновации флота.



Рис. 11. Инновационный механизм водного транспорта

Отдельные инновации представляют собой продукты, касающиеся отдельных ключевых технологий (например, радары, видеокамеры, различные микродатчики), ко-

торые могут интегрироваться в комбинированную контекстную инновацию (подсистему датчиков). Инновационные продукты других типов, например, искусственного интеллекта и когнитивных технологий, интегрируются в инновационную интеллектуальную подсистему и составляют другой тип комбинации. Из блоков комбинированных инноваций (подсистем) формируется инновационная система (рис. 11), например, такая как автономное судно. Подсистемы инновационного механизма (рис. 11) приводят в движение окружающие их и взаимно влияющие друг на друга технологические и социальные изменения, которые имеют циклический характер и включены в общий контур развития с новыми технологическими возможностями и новыми идеями. При этом под воздействием новых технологических возможностей происходят социальные изменения, меняющие социальный ландшафт, который генерирует новые потребности и новые идеи, формирующие начало следующего цикла технологического развития.

Заключение

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. In Logious Conference. Rotterdam. 2010.
2. **Buchari, Erika et al.** Enhancing Public Transport System in Developing Countries towards Multimodal Public Transport System. Proceedings of the Conference on The Intelligent Public Transport System, April 2–4, 2008. Netherland.
3. **Bauer J., Schlund P., Marrenbach D., Ganschar O.** Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland, Berlin 2014. P. 5–30.
4. **Bauernhansl T., Hoppel M., Vogel-Heuser B.** Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik–Anwendung, Technologie, Migration, Wiesbaden 2014. P. 12–17.
5. **Mertens P.** (2015), Industrie 4.0 – Herausforderungen auch an Rechnungswesen und Controlling im Überblick, in: Controlling – Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmensteuerung, 27. Jg. (2015), Н. 8/9, о. р. P. 27–29.
6. **Комашинский В. И., Комашинский Д. В.** Когнитивная метафора в развитии телекоммуникационных и индустриальных сетевых инфраструктур, или первые шаги к постинформационной эпохе // Журнал «Технологии и средства связи». 2015. № 1. С.62–67.
7. **Малыгин И. Г., Комашинский В. И.** Некоторые проблемы построения когнитивных транспортных систем и сетей // Труды международной конференции «Транспорт России: проблемы и перспективы – 2015 год». Том. 1. С. 3–8.
8. Industrie 4.0 Controlling in the Age of Intelligent Networks <https://www.icv.controlling.com/fileadmin/Assets/Content/AK/Ideenwerkstatt/Files/DreamCarIndustrie4.0EN.pdf>.