

Умные технологии в портах и в судоходстве, как связанные цифровые двойники берега и судна в мультимодальном окружении

А.А. Климов, В.П. Куприяновский, В.В. Аленков, К.О. Анисимов, А.Б. Володин, Ю.В. Куприяновская

Аннотация— В настоящей статье речь идет о цифровой трансформации в судоходстве. Одна из основных сегодняшних задач, с которой приходится сталкиваться судоходству – это необходимость адаптации к цифровой эпохе. Цифровая или интеллектуальная доставка уже здесь, и она изменит модель управления этим бизнесом. В настоящее время все судоходные компании стремятся сделать свои корабли более эффективными и более приспособленными к реалиям сегодняшнего дня. Хотя все пытаются улучшить эффективность судна, слишком мало внимания уделяется эффективности работы портов. Очевидно, что существуют огромные резервы повышения эффективности работы портов. Внедрение интеллектуальных устройств, способных обмениваться данными в режиме реального времени, изменило различные бизнес-модели и управление операциями цепочки поставок. Вместе с тем, порты часто не предоставляют всей информации, необходимой для эффективной работы судов. С другой стороны, порты часто и не имеют информации, требуемой им для эффективного обслуживания; когда судно прибывает, задерживается ли оно или когда оно вообще не придет в порт. Решение этих проблем - это простая предпосылка развития отрасли, которая перемещает 90% товаров мировой торговли. Именно это открывает сегодня новые цифровые этапы нескончаемого развития этой отрасли. Описанию технологий и перспектив этого процесса и посвящена настоящая статья.

Ключевые слова—порт, цифровой двойник.

I. ВВЕДЕНИЕ

Судоходство и порты - это индустрия, которая никогда не останавливается. Существует постоянная потребность в адаптации, чтобы выжить, поскольку основные параметры постоянно меняются. Те, кому удается быстро адаптироваться, - это те, кто имеет конкурентное преимущество. В последующие годы

необходимость адаптации будет еще более настоятельной, и она будет определять глобальную конкурентоспособность.

На самом деле, первая большая проблема, с которой приходится сталкиваться судоходству, связана с необходимостью адаптации к цифровой эпохе. Цифровая или интеллектуальная доставка уже здесь и изменит буквально модель управления этим бизнесом. Умная доставка, это не то, что мы обсуждаем на будущее; это то, что происходит сейчас.

Такие технологии, как IoT, генерируют огромные объемы данных (большие данные), которые собираются с судов, и, конечно, существует множество других внешних источников, которые могут создавать еще более обогащенный набор данных (данные о погоде, AIS, ERP, PMS и т. д.). Единственный способ эффективно управлять этими данными и преобразовывать необработанные сигналы и рассеянную информацию в ценные и действенные знания - это использовать возможности искусственного интеллекта и машинного обучения. Последнее также подразумевает исключение человека из операций судовождения, причаливания, погрузки и разгрузки.

В настоящее время все судоходные компании стремятся сделать свои корабли более эффективными и более приспособленными к реалиям сегодняшнего дня. Хотя все пытаются улучшить эффективность судна, слишком мало внимания уделяется эффективности захода в порт. Где дальнейшая эффективность и может быть достигнута.

Очевидно, у нас не каждый день все порты работают настолько эффективно, насколько мы хотим, или они не передают информацию, которую мы хотели бы иметь. С другой стороны, порты не имеют информации, требуемой судном; когда судно прибывает, задерживается ли оно или когда оно вообще не придет в порт. Эта простая предпосылка развития отрасли, которая перемещает 90 % товаров мировой торговли, открывается сегодня новыми цифровыми этапами своего нескончаемого развития. Описанию технологий и перспектив этого этапа посвящена настоящая статья.

Статья получена 10 февраля 2020.

А.А. Климов – РУТ (МИИТ) (email: aaklimov1961@gmail.com)

В.П.Куприяновский - РУТ (МИИТ) (email: v.kupriyanovsky@rut.digital)

В.В.Аленков - заместитель председателя Правительства Сахалинской области (email: alenkov@mail.ru)

К.О. Анисимов - РУТ (МИИТ) (email: anisimov.ko@miit.ru)

А.Б. Володин - РУТ (МИИТ) (email: ab.volodin@mail.ru)

Ю.В.Куприяновская - независимый исследователь (email: piccola@yandex.ru)

II. Умный порт

Внедрение интеллектуального устройства, способного обмениваться данными в режиме реального времени, изменило различные бизнес-модели и управление операциями цепочки поставок. Причины этого называются оцифровкой и автоматизацией, что приводит к повышению производительности.

Эти два фактора, упомянутые ранее, изменили концепцию логистического перехода одного сектора от физического к цифровому [1-18]. Дематериализация данных устранила цепочку дорогостоящих физических документов, а автоматизация повысила уровень безопасности и эффективности.

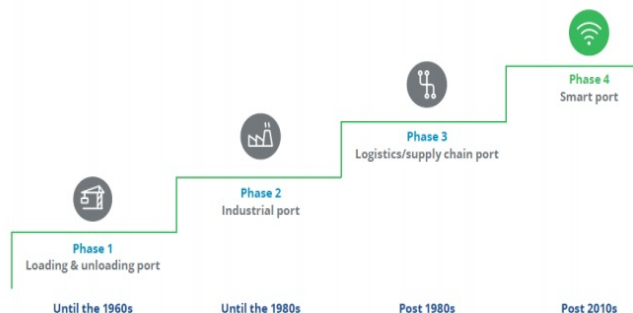


Рис. 1. Этапы развития портов [21]

В сегодняшнем прогнозе основные логистические узлы, представленные морскими портами и «сухими портами», меняют свои бизнес-правила и модели, переходя от «промышленных или логистических центров» к развитой концепции «интеллектуальных цифровых портов», основанной на цифровой платформе и IoT, которые разрабатывает возможности для сбора и обмена данными в режиме реального времени.

Основные характеристики усовершенствованного интеллектуального цифрового порта представлены в следующих аспектах [21]:

- сочетание технологии и широко распространенных общих процессов сбора / распространения данных и информации для управления операциями внутри, внутри и снаружи порта;
- процессы должны совместно использоваться не только операторами, но и всем сообществом, всеми заинтересованными сторонами, государственными и частными;
- интеграция с окружающей Смарт-территорией (город, регион, страна) и с интеллектуальной транспортной инфраструктурой (дороги, железные дороги, реки).

Основными преимуществами такого подхода являются [21]:

- ускоряется время отклика на запросы и перемещения товаров через портовые операции;
- снижаются затраты на обработку товаров;
- ускоряется время отклика заинтересованных

сторон на своих клиентов;

- уменьшается использование бумажного потока, распределяя информацию в электронном виде;
- улучшается как общее отслеживание и отслеживание эффективности;
- происходит повышение эффективности, сокращение времени транзита, повышение степени интеграции с третьими сторонами (например, таможня, железные дороги).

A. Роль больших данных в умном порту

Использование интеллектуального датчика (устройства IoT) позволило получать и хранить огромное количество данных (большие данные), управляемых облачной или иной цифровой базой данных.

Данные поступают из различных областей портов, таких как: причалы, грузовые дворы, ворота или ИТ-системы, такие как: система сообщества портов, операционная система терминала и цифровая платформа заинтересованных сторон.

Результатом является четкое понимание основного бизнес-процесса, подчеркивающее неэффективность и создающее прогнозную модель, способную прогнозировать рынок и разрабатывать конкретные KPI.

B. Роль автоматизации в умном порту

Роль автоматизации в системе логистики, очевидно, заключается в упрощении и ускорении доступа к терминалу посредством операций входа и выхода, в результате чего повышается уровень безопасности, учет грузовых автомобилей и анализ формы. Это увеличивает емкость порта при тех же физических параметрах на десятки процентов, что имеет непосредственный и быстрый экономический эффект [22].

Также для государственных организаций, таких как таможня, повышенный уровень автоматизации и оцифровки представляет собой важный актив для улучшения управления рисками, а при поиске контейнеров для расследования, позволяя обмениваться информацией между таможнями, что подразумевает сквозную транспортную перспективу развития.

Прежде всего, реальным вопросом остается то, чего порт хочет достичь, став умным, иными словами, что является стратегическим императивом. Эта стратегическая цель должна выходить за рамки простого повышения эффективности и сосредоточиться на целостной долгосрочной стратегии, в которой доходы извлекаются из умных приложений, позволяющих перейти к компаниям-потребителям услуг, ориентированным на понимание цифровых технологий. Эта проблема усугубляется большим разнообразием, которое существует между портами, например, достаточно сравнить оптовый с контейнерным портом.

III. ТЕРМИНАЛЬНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОРТОВ – ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРЕХОД К УМНОМУ ПОРТУ

С момента появления контейнеризации механизация стала постоянным процессом для грузовых терминалов, поскольку постоянно разрабатывалось более эффективное интермодальное оборудование. Тем не менее, все оборудование должно было эксплуатироваться квалифицированным персоналом, таким как крановщики и водители. С 1990-х годов наблюдается стремительный рост автоматизации в условиях роста мировой торговли. В сочетании с растущими размерами судов, это стимулировало порты повышать свою производительность, а именно их пропускную способность и время оборота судов, которое стало на 30% больше, чем у стандартных терминалов. Другим важным фактором стало широкое распространение информационных технологий, позволяющих интегрировать информационные и физические системы постепенно переходя к принципам физического интернета.

Как портовые, так и интермодальные железнодорожные терминалы могут быть автоматизированы в соответствии с аналогичными принципами и технологиями, поскольку автоматизация вращается вокруг обработки контейнеров, стандартной единицы нагрузки. Таким образом, контейнер становится единицей, вокруг которой строятся и организуются физические и информационные системы обработки. Автоматизация может быть всеобъемлющей, когда задействованы несколько этапов терминальных операций, или специфичной, когда одновременно задействован только один этап. Для новых терминалов (новые проекты) комплексная автоматизация становится стандартом, в то время как существующие терминалы выбирают выборочную автоматизацию части своих операций, поскольку комплексная автоматизация может быть очень разрушительной и дорогостоящей. Автоматизация включает в себя три основных измерения; в пределах терминала (двора), его интерфейса и на переднем крае отношений с внешним миром (foreland, рисунок 2) и во внутренних районах терминала (hinterland, рисунок 2) [22].

Общую архитектуру автоматизация грузового терминала мы приводим на рисунке 2. Заметим что именно на переднем крае отношений с внешним миром (foreland, рисунок 2) находятся стыки с судоходством, железными дорогами и автомобильным транспортом в вариантах их цифрового развития, такого как автономное вождение (без экипажа, машиниста или водителя). Примеры этого см. [1,9,12,13,14]. Верхняя транзакционно связующая часть через технологии блокчейн крайне важна, и ее развернутое представление можно посмотреть в работах [4,7,10,11,12,22]. О части этих понятий, важных для понимания сути предлагаемых данной статьей позиций, речь пойдет далее.

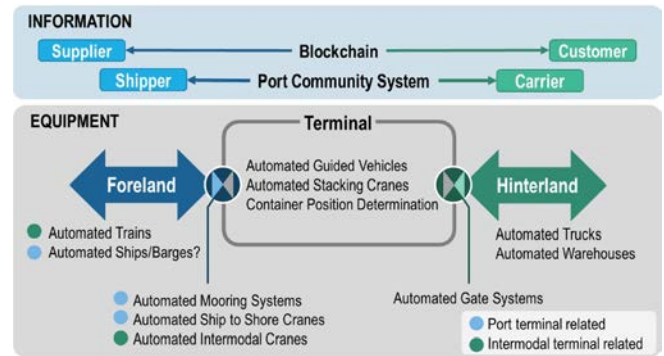


Рис. 2. Общая архитектура автоматизация грузового терминала [22]

A. Автоматизация грузового двора

Внутри грузового терминала можно автоматизировать несколько процессов. Управление контейнерными площадками было автоматизировано на протяжении десятилетий благодаря использованию информационных систем для управления укладкой входящих и исходящих контейнеров. Горизонтальная автоматизация движения включает использование автоматических управляемых транспортных средств (AGV), таких как двухместные транспортеры или челноки. Эти транспортные средства доставляют контейнеры назад и вперед от автоматизированных кранов-штабелеров (ASC), которые представляют собой установленные на рельсах порталные краны, управляющие штабелями контейнеров, которые обычно выровнены перпендикулярно к пирсу. Сторона пирса штабеля используется для загрузки и выгрузки контейнеров, идущих с пирса, в то время как сторона ворот штабеля используется для сбора или доставки контейнеров к или от ворот терминала. Такие движения обычно выполняются на грузовиках и шасси. Для автоматизации двора требуются системы определения местоположения контейнера, которые позволяют в любое время автоматически определять с помощью датчиков местоположение всех контейнеров в терминале. Это обеспечивает их эффективное управление, а именно делает их доступными для быстрого извлечения для погрузки на корабль или получения для внутреннего распределения [22].

B. Автоматизация интерфейса терминала

Автоматизированные системы швартовки способны быстро состыковать и отстыковать судно, что сокращает время оборота судна. Автоматизированные судовые краны (ASSC) - это автоматические версии для стандартных контейнеров, которые управляются дистанционно. Оператор может управлять несколькими кранами вместо одного. Для интермодальных терминалов автоматические интермодальные краны представляют собой модифицированную версию ASC, которая обычно шире, поскольку их услуги включают как погрузку, разгрузку и оборудование для штабелирования. Системы автоматизированных ворот (AGS) получили широкое распространение благодаря

существенным преимуществам, которые они предоставляют. При этом требуется, чтобы документация была предоставлена в электронном виде, прежде чем поднять или опустить, что-либо на терминале, что сокращает время обработки и снижает риск ошибок с соответствующими задержками.

AGS обычно полагаются на оптическое распознавание символов и радиочастотную идентификацию для быстрого сбора данных о входящих и исходящих контейнерах. Фотографии контейнеров и оборудования также могут быть автоматически сделаны и сохранены. Это существенно ускорило время работы затвора, что является обычным препятствием в работе терминала. Кроме того, водители грузовиков могут использовать мобильные технологии для планирования встреч, чтобы забрать или оставить контейнеры и даже поменять оборудование, такое как шасси [22].

Распространение ключевых технологий портовой терминальной автоматизации по годам представлено на рисунке 3. Совокупное количество автоматизированных терминалов также по годам представлено на рисунке 4.

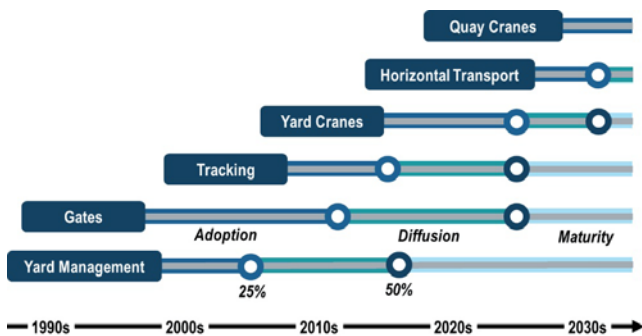


Рис. 3. Распространение ключевых технологий портовой терминальной автоматизации [22]

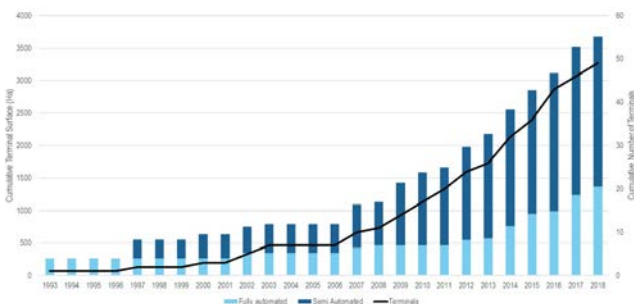


Рис. 4. Совокупное количество автоматизированных терминалов [22]

С. Автоматизация переднего края отношений с внешним миром и с внутренними районами порта

Относится к процессам автоматизации, которые не связаны напрямую с автоматизацией терминала, но могут поддерживать ее преимущества. Хотя в обозримом будущем автоматические суда возможны пока в ограниченных вариантах, многие аспекты судовых операций были автоматизированы (контроль тяги и мощности, балласт и т. д.), что значительно сократило размер экипажа. Та же проблема относится к

железнодорожным перевозкам (системы управления, сигнализации, пересечения и т. д.). С автоматизированными поездами, представляющими собой явную реальность, поскольку они работают на своих собственных путях (автоматизированные поезда уже являются общими для систем общественного транспорта). Внедрение автоматизированных грузовиков, перевозящих контейнеры между терминалами и их внутренними районами, является явной возможностью, особенно вдоль избранных коридоров большого объема. В последние годы также были внедрены системы хранения и поиска в складах, что повысило эффективность распространения, особенно для электронной коммерции [10,22].

IV. MASS и ЦИФРОВОЙ КОРАБЛЬ-БЛИЗНЕЦ

Цифровой корабль-близнец - это концепция, посредством которой цифровое представление судна, его процессов, систем и потенциальных сценариев реализуется посредством непрерывного сбора данных. Технологические разработки, такие как датчики, каналы связи, системы связи и управления, позволили реализовать цифровой близнец в судоходстве.

Непрерывное совершенствование этих технологий позволило создавать модели для производства, эксплуатации, прогнозного обслуживания и множества других потенциальных приложений - позволяя дорабатывать конструкции, тестировать новые функции и оценивать производительность, безопасность и целостность. Пожалуй, самым захватывающим и амбициозным из этих приложений является автоматизация. О цифровых близнецах см. работы [17,18]

А. Цифровой близнец и автоматизация ведущая к развитию MASS в цифрового близнеца

Внедрение цифровой роли в судоходной отрасли происходило ранее довольно медленно. Однако все изменилось в последние годы и развитие морских и водных автономных надводных кораблей (MASS) продолжалось очень значительными темпами в течение последних нескольких лет, и все больше MASS вводилось в эксплуатацию. Они бывают разных размеров и обладают очень разнообразным набором операционных возможностей, которые предъявляют свои уникальные требования к тем, кто владеет ими и управляет ими, а также к остальной части морского сообщества. MASS - это элемент развития систем робототехники и искусственного интеллекта (RAI) в различных секторах транспорта.

Термин MASS был принят Комитетом по безопасности на море (MSC или ИМО) Международной морской организации (IMO) для их аналитической работы, которая была принята на MSC 98 13 июня 2017 года. Рабочая и корреспондентская группы MSC начали свою работу в мае 2018 год, а в сентябре 2019 года состоялось межсессионное совещание рабочей группы.

Другие юридические вопросы проводятся комитетами по правовым вопросам (LEG) и по упрощению процедур международного морского судоходства (FAL). Информация об их работе доступна через IMODOCS [23].

В настоящее время ИМО проводит оценку существующих инструментов ИМО, чтобы выяснить, как они могут применяться к судам с различной степенью автоматизации, путем проведения нормативного анализа морских автономных надводных кораблей (MASS). То, как видит ИМО MASS в недалеком будущем мы приводим на рисунке 5.



Рис. 5. Как видит ИМО MASS [23]

В. Почему ИМО решила взглянуть на регулирование автономных судов?

Стратегический план ИМО (2018-2023 гг.) Имеет ключевое стратегическое направление «Интеграция новых и прогрессивных технологий в нормативно-правовую базу». Это включает в себя баланс между преимуществами, полученными от новых и передовых технологий, и соображениями безопасности и защиты, воздействием на окружающую среду и упрощение процедур международной торговли, потенциальными затратами для отрасли и, наконец, их воздействием на персонал как на борту, так и на берегу [23].

В 2017 году по предложению ряда государств-членов Комитет ИМО по безопасности на море (MSC) согласился включить вопрос морских автономных надводных кораблей в свою повестку дня. Это будет сделано в форме аналитической работы для определения того, как безопасная, надежная и экологически безопасная эксплуатация морских автономных надводных кораблей (MASS) может быть внедрена в инструментах ИМО.

MSC признал, что ИМО должна играть активную и ведущую роль, учитывая быстрые технологические разработки, связанные с введением коммерческих судов в автономный режим (работающий без экипажа) [23].

Комитеты ИМО по правовым вопросам и упрощению формальностей также включили в свои повестки дня нормативные аналитические документы для конвенций, относящихся к компетенции этих комитетов.

Обзорная работа рассматривается как отправная точка и, как ожидается, затронет широкий круг вопросов, включая человеческий фактор, безопасность, безопасность, ответственность и компенсацию за ущерб,

взаимодействие с портами, лоцманскую проводку, реагирование на инциденты и защиту морской среды. Цель состоит в том, чтобы завершить обзорную работу к 2020 году [23].

С. Есть ли уже автономные суда в эксплуатации?

В некоторых морских районах проходят испытания автономные суда с дистанционным управлением. Большинство прогнозов заключается в том, что автономная или полуавтономная работа будет пока ограничена короткими рейсами, например, из одного конкретного порта в другой на короткое расстояние. Многие, в том числе и авторы этой статьи, считают крайне благоприятными для использования автономной или полуавтономной работы судов внутренние водные пути, при наличии четкого понимания разнообразных выгод такого решения.

Как выглядит готовящийся первый коммерческий международный рейс и как выглядит судно и маршрут этого рейса можно увидеть на рисунке 6.

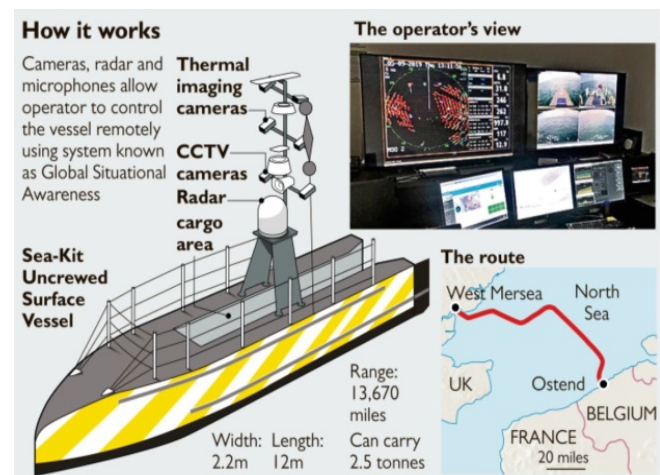


Рис. 6. Первый коммерческий международный рейс - как выглядит судно и маршрут (© Copyright 2019 MyNavis OÜ). Автономное судно KIT DOC в Бельгии и первый в истории международный коммерческий транзит без экипажа, к которому идет подготовка)

Д. Временные руководящие принципы для испытаний автономных судов

Вместе с тем судоходство очень четко организованная в правовом смысле отрасль и даже опытные рейсы судов нуждаются в регламентации. Комитет по безопасности на море (MSC), 101 сессия, в июне 2019 года утвердил Временные руководящие принципы для испытаний морских автономных надводных кораблей (MASS) [23].

Среди прочего, в руководящих принципах говорится, что испытания должны проводиться таким образом, чтобы обеспечить как минимум ту же степень безопасности, защиты и защиты окружающей среды, которая предусмотрена соответствующими документами. Риски, связанные с испытаниями, должны быть надлежащим образом определены, и должны быть приняты меры по снижению рисков до минимально

возможного и приемлемого уровня.

Бортовые или удаленные операторы MASS должны иметь соответствующую квалификацию для работы MASS при условии проведения испытаний. Любой персонал, участвующий в испытаниях MASS, будь то дистанционный или бортовой, должен иметь соответствующую квалификацию и опыт для безопасного проведения испытаний MASS. Должны быть предприняты соответствующие шаги для обеспечения достаточного управления кибер-рисками систем и инфраструктуры, используемых при проведении испытаний MASS [23].

Е. Непосредственные преимущества цифрового близнеца в доставке

Технология является движущей силой и стимулом для инноваций. По мере того как она проникает в более мелкие роли или приложения в судоходной отрасли, ее ценность осознается. Нет никаких сомнений в том, что модели данных, собранные из этих приложений, приводят к реализации цифрового близнеца, и они будут информировать обо всем, начиная от улучшения характеристик двигателя и заканчивая улучшенной целостностью корпуса. Он доступен для анализа с первого дня первого рейса, до дня, когда судно выведено из эксплуатации. Эти данные будут иметь решающее значение для развития морской индустрии, повышения ее эффективности и экологичности.

Теоретически, существует бесконечное разнообразие операций, которые могут извлечь выгоду из цифрового двойника, и они расширились и включают в себя проектирование системы, эффективные услуги по проверке и верификации, тестирование на симуляторе, обучение и интеграцию с виртуальной системой, а также генерацию глубокого понимания и прогнозы [24].

Операции и идеи цифрового близнеца ведут первые шаги к автономии - созданию эффективных алгоритмов для компонентов и операций с дистанционным управлением и самоконтролем. Цифровое судно - двойник, оснащенное встроенным контуром передачи данных, имеет основополагающее значение для расширения и развития автономии.

В настоящее время автономное судоходство ограничивается разработкой и испытанием автономных судов для специализированных операций в национальных водах. Однако это будет продолжаться не долго (рисунок 7).

Данные идут рука об руку с цифровизацией, и поскольку морская отрасль провела испытания и внедрила новые цифровые технологии, количество и качество доступных данных о доставке возросло в геометрической прогрессии. Данные, которые могут оптимизировать операции с помощью все более сложных инструментов аналитики и визуализации. В работе [15] справедливо указывалось на то, что именно судоходство и порты уже оперируют во многом в терминах физического интернета, перевод на который ЕС очень резко сместил с 2050 года на 2030. В этом

отношении развитие цифровых близнецов и физической интернет в портах и судоходстве следует рассматривать как цифровой локомотив для всей транспортно-логистической отрасли.



Рис. 7. Области, где цифровой близнец имеет непосредственный эффект [24]

Цифровой корабль-близнец - это концепция, посредством которой цифровое представление судна, его процессов, систем и потенциальных сценариев реализуется посредством непрерывного сбора данных. Технологические разработки, такие как датчики, каналы связи, системы связи и управления, позволили реализовать цифровой близнец в судоходстве.

Непрерывное совершенствование этих технологий позволило создавать модели для производства, эксплуатации, прогнозного обслуживания и множества других потенциальных приложений - позволяя дорабатывать конструкции, тестировать новые функции и оценивать производительность, безопасность и целостность. Пожалуй, самым захватывающим и амбициозным из этих приложений является автоматизация.

Внедрение цифровой роли в судоходной отрасли происходит медленно. Кто-то может сказать, что это связано с борьбой судоходной отрасли за принятие технологий и их внедрение (да, разница есть), но более взвешенный ответ на это заключается в том, что инновации требуют времени и нормативных решений. При этом все это должно быть сбалансировано. Когда это так, то отрасль имеет все шансы превратиться в цифровой локомотив для всей транспортно-логистической отрасли.

Технология является движущей силой и стимулом для инноваций. По мере того как она проникает в более мелкие роли или приложения в судоходной отрасли, ее ценность осознается. Нет никаких сомнений в том, что модели данных, построенные на онтологиях домена [8,16], собранные из этих онтологизированных приложений [17], приводят к реализации цифрового близнеца, которые уже частично применяются и будут информировать обо всем, начиная от улучшения характеристик двигателя и заканчивая улучшенной

целостностью корпуса. Они должны быть доступны для анализа с первого дня первого рейса, до дня, когда судно выведено из эксплуатации. Эти данные будут иметь решающее значение для развития морской индустрии, повышения её эффективности и экологичности.

F. Развитие широкополосных систем связи как условие реализации цифровых двойников судов и умных портов

Операционная эффективность имеет решающее значение для портов, учитывая, что около 90% мировой торговли зависит от морских перевозок. Умные порты и цифровые двойники - это часть Industry 4.0 и Internet Plus позволяют преобразовывать и обновлять цифровую, автоматизированную и интеллектуальную работу только при развитии широкополосных систем связи (сегодня это уже равно системам 5G) как условия их реализации [17]. С 5G они будут сотрудничать, чтобы продвинуть это преобразование и модернизировать, чтобы построить эффективные и экологичные интеллектуальные порты и цифровых двойников судов.

По этой причине ведущие китайские производители опубликовали в конце 2019 года «5G Smart Port White Paper» [25], в которой они описывают текущие возможности и будущий потенциал 5G в портах. Как отмечается в этой публикации, для интеллектуальных портов требуются системы связи для поддержки услуг связи с низкой задержкой, высокой пропускной способностью и высокой надежностью для обработки управляющих данных и многоканальных видеоданных портового оборудования. При использовании традиционной связи на основе оптоволокна и Wi-Fi развертывание, эксплуатация и обслуживание сети обходятся дорого, а производительность сети для такой обработки данных часто не оптимальна из-за плохой стабильности и низкой надежности. Заметим, что сегодня именно китайские порты занимают ведущие позиции в мировых рейтингах, как, впрочем, и рейтингах судостроения.

Ожидается, что 5G решит эти проблемы благодаря своей низкой задержке, большой пропускной способности и пропускной способности, а также высокой надежности, а также поддержке решений для частных сетей и сквозной (E2E) гарантии производительности приложений [25].

А именно, подразумеваются такие приложения как цифровые инновации и искусственный интеллект (AI), большие данные, Интернет вещей (IoT), 5G и автономное вождение обеспечивают новый импульс для автоматизации портов и переходу к цифровым двойникам. Для контейнерных терминалов используется автоматизация более высокого уровня для повышения производительности и эффективности и обеспечения конкурентоспособности. По данным ИМО[25]:

Почти 75% операторов портов считают, что автоматизация имеет решающее значение для

поддержания конкурентоспособности в ближайшие три-пять лет;

65% операторов портов рассматривают автоматизацию как рычаг для обеспечения безопасности операций;

Респонденты с оптимизмом смотрели на общий возврат инвестиций. Около трети респондентов считают, что автоматизация может повысить производительность на 50%, в то время как каждый пятый сказал, что автоматизация может снизить эксплуатационные расходы более чем на 50%.

Поскольку глобальные порты движутся в направлении 5G и постепенно ускоряют модернизацию и инновации, построение портов для умной информатизации считается важным средством повышения базовой конкурентоспособности портов.

Это также имеют ключевое значение для снижения затрат на логистику и повышения эффективности логистики. По этой причине многие порты пытались применять информационные технологии, такие как IoT, большие данные, облачные вычисления и географическая информационная система (ГИС), для работы портов.

На основе опросов, обсуждений и анализа с партнерами по портовой индустрии определены четыре типичных сценария интеллектуальных портов, которые имеют требования к беспроводной связи и могут быть включены 5G в будущем:

- Дистанционное управление козловыми кранами;
- Дистанционное управление причальными контейнерными кранами;
- Межконтурный контроль над IGV;
- Видеонаблюдение и распознавание AI;
- и др.

Требования к приложениям портов в беспроводной сети 5G приведены в таблице 1.

Таблица 1. Требования к приложениям портов в беспроводной сети 5G [25]

Application Scenario	Scenario Description	Overall Requirement	Network KPI Requirement		
			Latency	Bandwidth	Reliability
Remote control based on video	Remote control (signaling)	Low latency, high reliability, and low bandwidth	< 30 ms	50-100 kbps	99.999%
	Video feed (video streams)	Low latency, high reliability, and large bandwidth		30-200 Mbps	99.9%
IGV/AGV	Autonomous truck	Low latency and high reliability	< 50 ms	10-20 Mbps	99.9%
Video surveillance	Video monitoring with massive data transmission	Large bandwidth and multi-stream concurrency	< 200 ms	2-4 Mbps	90%
Sensor data collection	Data collection with low power consumption sensors	Massive concurrency	Best effort	Best effort	90%

Первая версия международного стандарта для 5G уже доработана, а улучшенная версия находится в стадии разработки и должна быть завершена к марту 2020 года

[25].

Высокая скорость передачи данных 5G, широкие возможности подключения и низкая задержка означают, что он отвечает требованиям будущего Интернета всего (IoE) и способствует развитию промышленных мощностей. Что касается высокой скорости передачи данных, расширенная мобильная широкополосная сеть (eMBB) может достигать максимальной скорости 10 Гбит/с при средней пропускной способности в сотни Мбит/с. Кроме того, для важных клиентов возможно построение частной сети 5G.

Основные преимущества частной сети 5G для Smart Port [25]:

- Порты могут определять свое собственное сетевое имя;
- Может предоставлять гарантированные услуги;
- Пользователи общедоступной сети не могут получить доступ к частной сети порта;
- Модель пользовательского трафика внутри частной сети относительно стабильна;
- Задержка и пропускная способность в частной сети стабильны и предсказуемы.

Г. Будущая перспектива 5G Smart Port и цифровых близнецов в судовой индустрии

В будущем строительство и управление интеллектуальными портами 5G будет необходимо портовой и судовой индустриям. Портовые и судовые операции будут продолжать развиваться в соответствии с такими тенденциями, как автоматизация устройств, интеллектуальное планирование и визуализация данных. Дистанционное управление кранами RTG является лишь первой попыткой применения 5G в промышленности. 5G будет содействовать комплексной автоматизации традиционных терминалов и судов, созданию новых приложений и повышению эффективности производства на базе реализации идей и концепций применения цифровых близнецов

Н. Распределение береговых и бортовых систем при реализации цифровых близнецов

Для того чтобы использовать все возможные преимущества необходимо понимать то, как выглядит инфраструктура для реализации цифровых близнецов. Такая инфраструктура лучше всего понимаема, как мы полагаем, на конкретных примерах, которые мы взяли у известного производителя судового оборудования АВВ. Им предложены варианты использования, где используются цифровые близнецы: для сравнительного анализа и измерения производительности в электрической силовой установке с сетью постоянного тока; и для контроля состояния вращающихся машин [26]. Варианты использования иллюстрируют практические темы, которые могут быть упущены при более общем обсуждении цифровых близнецов. Электродвигатель является компонентом во всех двух случаях использования, но соответствующие модели

двигателей имеют несколько общих структур. Цифровой близнец должен быть адаптирован к приложению, а не охватывать всю возможную информацию. Поэтому, во-первых, примеры продемонстрируют, как разные приложения требуют разных моделей, структуры и входных данных. Во-вторых, они проиллюстрируют ключевой дополнительный пункт этого – это то, что разработка, применение и обслуживание цифровых близнецов является итеративным процессом. Один пример продемонстрирует, как было необходимо несколько итераций и встроенных изменений для повышения качества данных до уровня, достаточного для того, чтобы модель считалась достаточно точной. Во втором примере цифровой близнец был применен для модификации и улучшения бортовой системы [26].

Чтобы обеспечить все преимущества, предоставляемые цифровым близнецом, необходимо создать цифровую инфраструктуру, как на борту морского судна, так и на береговой инфраструктуре, где принимаются данные (далее в этой статье это называется облаком, хотя возможны и комбинации с краевыми и туманными вычислениями). Несомненно, существуют разные способы реализации такой инфраструктуры и разные термины, связанные с ее описанием: мы будем использовать термин «система систем» или SoS [9,16], которая, в принципе, представляет собой набор ориентированных на задачи или выделенных систем, которые объединяют свои ресурсы и возможности для создания новой, более сложной системы, предлагающей больше функциональности, чем сумма ее частей.

Приложение для информационной панели для визуализации данных и совместного использования части всего цифрового берега с различными потребителями данных, например, операторы судов, компании по управлению судами и другие поставщики.

Строительные блоки инфраструктуры цифрового близнеца и весь цикл преобразования данных и их обработки для создания и итеративного обновления поведенческих аспектов цифрового близнеца представлены на рисунке 8. Каждый аспект этой среды помечен как А, В или С (как указано выше). Это обеспечивает контекст и связывает практическую реализацию определенных блоков с концепцией цифрового близнеца.

В принципе, то, что представлено на рисунке 8, представляет собой систему систем, способную собирать данные на борту в соответствии с различными режимами выборки, выполнять аналитику на месте для поддержки принятия решений и уменьшения размера данных, сжимать данные перед их безопасной передачей в облачные центры обработки данных. И, наконец, обработка данных (из отдельных активов / систем или из парка) для создания и итеративного обновления цифровых моделей физических активов на борту. Отметим, что как кибер-физические системы, так и SoS, как нам представляется, уже становятся органическими компонентами цифровых близнецов, которых отличает,

в том числе, скорость принятия решения близкая к реальному времени, а не принятие решений через ситуационно-аналитические структуры с участием человека.

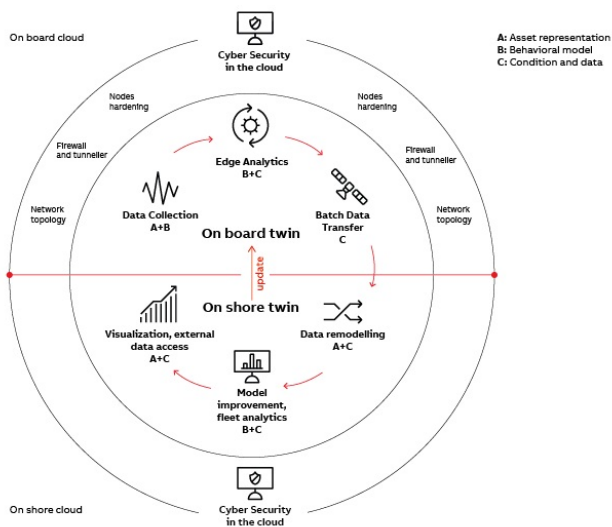


Рис. 8. Строительные блоки цифровой инфраструктуры близнецов для судового оборудования [26].

Сбор данных, то есть обеспечение понимания того, как взаимодействие с другими цифровыми системами и интеллектуальными устройствами на борту реализует цифровой близнец, и каковы основные варианты выбора протоколов связи являются, поэтому, очень важными факторами. Понятие принятие решений в режиме близкому к реальному становится связным требованием низкой латентности (смотри предыдущий раздел про мобильную широкополосную связь). Рассмотрим, как в [26] рекомендуют собирать данные, уделяя первоочередное внимание повторному использованию существующей цифровой инфраструктуры, а не репликация источников данных путем добавления большего количества датчиков и физических соединений. Цель состоит в том [26], чтобы минимизировать инвестиционные затраты на создание цифрового близнеца, но при этом не потерять информацию, которая имеет решающее значение для построения правильной цифровой модели.

Аналитика краевых или туманных вычислений, то есть аналитика, выполняемая на борту судна, это сущность поведенческого аспекта цифровых близнецов, обеспечивающая процесс манипулирования данными с целью прогнозирования состояния фактического физического актива. Применение этих технологий, как интегрирующих для систем IoT, позволяет также добиться существенного снижения времени реакции на события и открыть путь для внедрения систем искусственного интеллекта, семантики, онтологии и других технологий, как на борту судна, так и на берегу.

Передача данных из бортовой в облачную инфраструктуру включает выбор данных, сжатие, безопасную передачу и ремоделирование на стороне потребителя. До этого момента мы занимались описанием инфраструктуры бортового близнеца; теперь

мы также должны рассмотреть берегового близнеца.

Но в этих двух случаях следует отметить, что кибербезопасность также рассматривается на всех этапах, представленных на рисунках 8 и 9, и поэтому заслуживает отдельного обсуждения вне этой статьи.

Как только данные покидают судно, они обрабатываются дальше на стороне облака. Этот процесс часто требует ре-моделирования структуры и метаданных, чтобы можно было применять аналитику на уровне флота. Наличие данных в облаке также открывает возможности для совместной работы с привлечением специалистов из разных дисциплин для улучшения онтологических моделей и аналитики без необходимости подключения к встроенной инфраструктуре. Затем к встроенному цифровому близнецу можно применить улучшенные модели и рекомендации для обеспечения согласованности между цифровым представлением физического актива на борту и на берегу [26].

Существуют различные способы структурирования информации и данных, которые описывают цифровые представления физических активов. Одним из способов моделирования физического актива является предоставление статической информации, которая не изменится в течение срока службы. Эти типы информации называются информацией об активах и могут включать тип подшипника, серийный номер, информацию на паспортной табличке, такую как номинальная скорость двигателя или номинальная мощность. Другой тип информации, которая является более динамичной, касается реальных измерений - иначе называемых ВХОДАМИ. Примером входов являются измеренная скорость, температура или ток. ВХОДЫ - это репрезентативные измерения, взятые из источника (такого как датчик или другая цифровая система) без какой-либо предварительной обработки. Интересные факторы в определении ВХОДОВ включают его тип (числовой или текстовый, временной ряд или вектор с одинаковым пространством), его происхождение (например, информацию о местоположении источника данных) и частоту дискретизации в случае простых считывателей данных. Третий тип информации охватывает РЕЗУЛЬТАТЫ, то есть цифровую информацию о том, как ВХОДЫ и ИНФОРМАЦИЯ ОБ АКТИВЕ обрабатывались в соответствии с поведенческими аспектами цифровой модели близнецов. РЕЗУЛЬТАТЫ также могут быть числовыми значениями (например, среднеквадратическими значениями, рассчитанными из необработанных данных о вибрации) или текстовыми (например, предупреждение о том, что состояние физического актива начинает ухудшаться) [26].

Важно отметить, что, хотя у нас обычно есть некоторая predetermined структура для ИНФОРМАЦИИ, ВХОДОВ и РЕЗУЛЬТАТОВ АКТИВОВ, которая описывает физический актив (т. е. у нас есть модель оборудования на месте), эти

определения могут и будут меняться в течение итерационного процесса обновления моделей и цифровых близнецов. Следовательно, важно, чтобы наша инфраструктура могла принимать множественные изменения в определении, например, ВХОДОВ, где изменяется частота дискретизации сигнала, или РЕЗУЛЬТАТОВ, когда меняются базовые предположения, которые мы используем в уравнениях и аналитике, например, по экономическим последствиям [26].

В настоящее время морская индустрия переживает ускоренный процесс цифровой трансформации. Была создана очень стимулирующая и непредвзятая среда, в которой все ключевые игроки на рынке - владельцы судов, верфи, поставщики систем и интеграторы - готовы и пытаются сотрудничать, интегрировать и обмениваться информацией и данными для совместного решения различных задач. В такой среде существует общее и твердое убеждение, что создание цифровых близнецов является фундаментальным шагом вперед, который увеличит стоимость и в конечном итоге приведет к ощутимым выгодам для бизнеса. Продемонстрировав, как цифровые близнецы использовались в конкретных случаях использования [26], а также многочисленные уроки, извлеченные при интеграции моделей, в [26] стремятся подчеркнуть, что морская цифровая инфраструктура должна существовать для итеративного и в некоторой степени непрерывного процесса улучшения, требуемого цифровыми близнецами, и тогда она может процветать. С точки зрения бизнеса, как потребителям, так и поставщикам потребуются инвестиции, за которыми последуют постоянные, расширенные услуги [26].

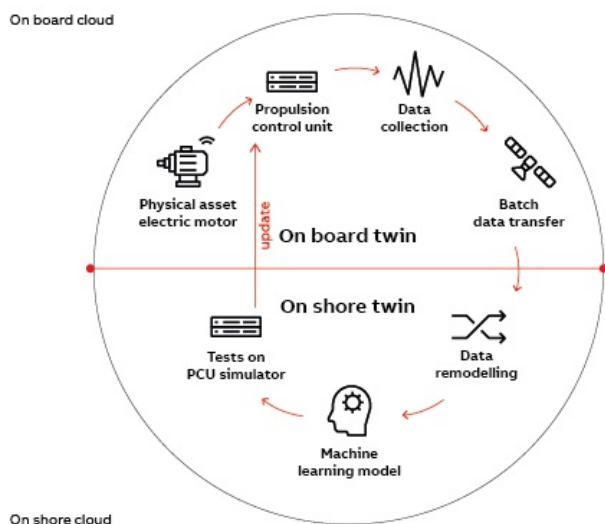


Рис. 9. Обзор процесса, в котором цифровое дублирование используется для добавления внутренних защитных систем [26].

1. Информационные системы для рек – RIS. Информация о реке и переход к построению коридоров на умной реке

Как мы говорили выше – нам представляется крайне вероятным более быстрое развитие применения цифровых близнецов на крупных речных путях. Причин для этого много и связаны они с более дешевыми и простыми способами их реализации. В Европейском союзе для речного хозяйства директивно развивается система RIS (речная информационная система). Услуги в ней определяются как концепция гармонизации информационных услуг для поддержки движения и управления транспортом во внутреннем судоходстве, в том числе обеспечивая интерфейсы для других видов транспорта. RIS регулируется директивой 2005/44 / ЕС. Основными преимуществами внедрения RIS могут быть суммированы как повышенная конкурентоспособность, оптимизированное использование инфраструктуры, повышение безопасности, снижение выбросов углерода и повышение энерго-эффективности речных судов. В конце 1990-х годов несколько стран начали работать над информационными системами для внутреннего судоходства.

Европейские и национальные исследовательские проекты положили начало пути к полному их развертыванию. Развитием RIS стало построение на ее базе мультимодальных транспортных коридоров. О мультимодальных коридорах см. работы [5,6].

Для иллюстрации сказанного приведем данные о проекте EC RIS COMEX (<https://www.riscomex.eu/ris-comex/>). RIS COMEX - это финансируемый CEF проект для многих бенефициаров, целью которого является определение, спецификация, внедрение и устойчивая эксплуатация служб RIS для коридоров по результатам исследования проекта EC CoRISMa. RIS COMEX начался в течение 2016 года и продлится до конца 2020 года. Область проекта охватывает в общей сложности 13 различных европейских стран, в которых 14 партнеров объединили свои усилия под руководством Администрации водных путей Австрии с общей целью реализации услуг RIS для транспортных коридоров. Кроме того, Польша присоединилась к проекту в качестве партнера по сотрудничеству в течение 2018 года.

Проект RIS COMEX направлен на внедрение и эксплуатацию трансграничных речных информационных служб на основе оперативного обмена данными RIS. Эти основанные на RIS (информационные) службы должны обеспечивать управление движением со стороны властей и управление транспортом в секторе логистики. Они используют доступную национальную инфраструктуру и услуги.

Основными задачами RIS COMEX являются:

Разработка общей концепции управления RIS Коридора (начиная с результатов проекта EC CoRISMa) в диалоге между поставщиками RIS и пользователями

логистики (например, грузоотправителями, капитанами судов, операторами судов и флотов, операторами терминалов) для обеспечения актуальности внедряемых услуг.

Внедрение и постоянная эксплуатация отдельных частей общей концепции, обеспечивающей повышение качества и доступности информационных служб для фарватера, дорожного движения и транспорта, что в частности приводит к значительному повышению эффективности внутриконтинентального транспорта, а также непосредственно способствует использованию общих преимуществ RIS, т.е. повышение безопасности, эффективности и экологичности внутреннего судоходства как вида транспорта.

Определены и согласованы операционные механизмы (юридические, организационные, финансовые, технические, качественные), чтобы обеспечить устойчивое дальнейшее развитие, внедрение и эксплуатацию инфраструктуры и услуг для гармонизированного RIS, позволяющего управлять коридорами после завершения проекта.

Согласование концепций обмена данными для данных RIS посредством совместной разработки и спецификации RIS-сервисов Corridor Services позволяет избежать появления различных концепций обмена данными.

Прогресс в области гармонизации транспортных информационных услуг на европейском и / или уровне коридоров на основе существующих решений и концепций (например, IVS90, представьте себе, агент ERI, R2D2).

RIS COMEX, как платформа, объединяющая государственных и частных субъектов в управлении коридорами с использованием RIS, будет способствовать диалогу между поставщиками речных информационных услуг и пользователями логистики (например, грузоотправителями, операторами судов и флотов, операторами терминалов).

RIS COMEX разработает гармонизированные речные информационные службы для включения в инициативу DINA и сделает еще один шаг к интеграции RIS с другими видами транспорта.

Исходя из этих целей, проект нацелен на:

- Улучшение планирования перевозок по внутренним водным путям (повышение надежности перевозок)
- Сокращение времени ожидания и путешествия
- Повышение эффективности при выполнении перевозок внутренним судоходством.
- Оптимальное использование инфраструктуры (увеличение загрузки мощностей)
- Снижение административных барьеров.

Управление коридорами как концепция направлено на улучшение и связывание существующих служб RIS на маршруте или в сети, чтобы обеспечить RIS не только на

местном, но и на региональном, национальном и международном уровнях. Таким образом, Corridor Management будет реализовывать поддержку планирования маршрутов, планирования рейса, управления транспортом и управления движением, которые в настоящее время, если вообще имеются, просто доступны фрагментарно.

В этом отношении «управление коридорами» определяется как информационные услуги между органами управления водными путями на взаимной основе и с пользователями водных путей и связанными с ними партнерами по логистике с целью оптимизации использования коридоров внутреннего судоходства в сети европейских водных путей.

Очевидно, что это определение указывает на то, что требуется обмен информацией между органами власти и сотрудничество государственных и частных партнеров для улучшения, как показателей внутреннего судоходства, так и использования существующей инфраструктуры.

В конце 2019 года во Франции прошла международная конференция Умная река (Smart Rivers PIANC Conference / LYON 2019 / / September 30 - October 3, 2019 Cité Internationale / Centre de Congrès Lyon FRANCE /) в значительной мере ставшая этапом в развитии проекта RIS COMEX. Ниже мы приводим три рисунка из выступлений на этой конференции. На рисунке 10 показаны связи RIS с геоинформационными системами на базе моделей данных, о которых мы говорили выше в разделах о цифровых близнецах. На рисунках 11 и 12, как мы полагаем, крайне наглядно показано взаимодействие береговых и судовых цифровых близнецов, о котором мы говорили выше.

COMEX Reference Network Model

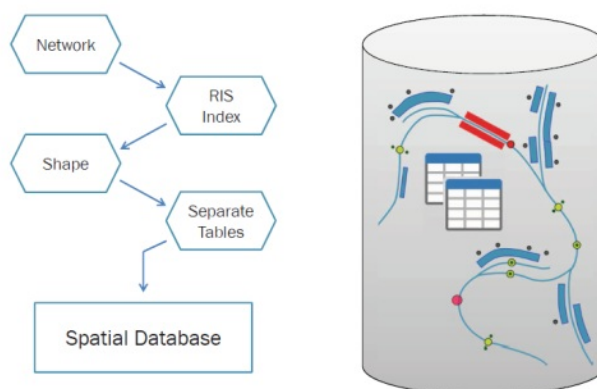


Рис. 10. Связи RIS с геоинформационными системами (источник - Smart Rivers PIANC Conference / LYON 2019 / / September 30 - October 3, 2019 Cité Internationale / Centre de Congrès Lyon FRANCE /)

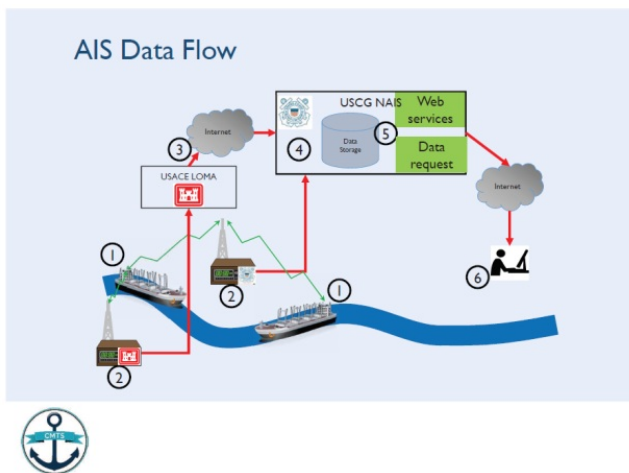


Рис. 11. Поток данных в речной информационно системе в США (источник - Smart Rivers PIANC Conference / LYON 2019 // September 30 - October 3, 2019 Cité Internationale / Centre de Congrès Lyon FRANCE /)

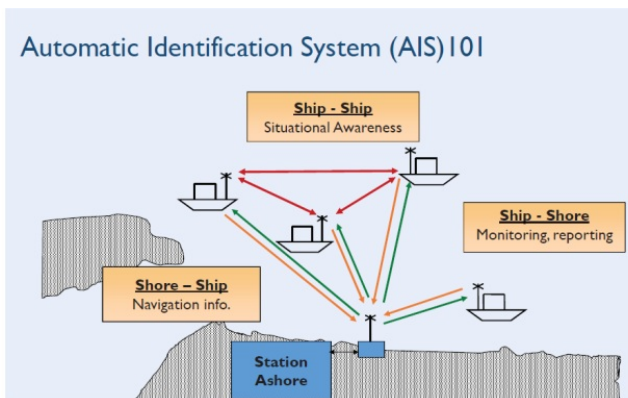


Рис. 12. Автоматическая система идентификации речных судов в речной информационно системе США (источник - Smart Rivers PIANC Conference / LYON 2019 // September 30 - October 3, 2019 Cité Internationale / Centre de Congrès Lyon FRANCE /)

V. СИСТЕМА ПОРТОВОГО СООБЩЕСТВА

Как следует из изложенного выше, многие направления развития умных портов и судовых цифровых близнецов находятся в определенных зависимостях от развития других базовых цифровых технологий. Однако, это не останавливает их поэтапного практического развития. Так очень важным этапом в этом процессе является уже повсеместное создание в мире систем портового сообщества (PCS). Для того чтобы у читателя сложилась ясная картина как на этом этапе развития понятия foreland, hinterland (рисунок 1) начинают преобразовываться в береговых и судовых цифровых близнецов, мы приводим аналогичную по построению архитектуру на рисунке 13 с разделением на foreland и hinterland. И, поскольку уже сегодня формы совместной экономики доказали свою практическую важность системы портовых сообществ (PCS), начали повсеместно развиваться. Для портов и судов необходимо также учесть очень большую их стоимость и абсолютную невыгодность их простоя.



Рис. 13. Кто является участником Системы портового сообщества [27]

В качестве платформы цифровых грузовых перевозок система портового сообщества может быть специальной организацией, основанной на имеющихся возможностях и существующих отношениях с заинтересованными сторонами в портовом сообществе. Эти конкретные приложения могут быть частью системы [27]:

Управление судами. Перевозчик может оформить запрос на причал и стоянку, а также получить разрешение от оператора терминала. Фирмы, участвующие в портовых услугах, таких как лоцманская проводка, буксировка и швартовка, также могут получать запрос на обслуживание одновременно. Одновременно об этом уведомляются соответствующие государственные органы, такие как администрация порта, таможня и полиция порта.

Управление обработкой контейнеров. Перевозчики (такие как судоходные компании или автотранспортные фирмы) могут взаимодействовать с соответствующими операторами терминалов через стандартный интерфейс, устраняя проблему работы с различными терминальными информационными системами. Грузовой манифест одновременно предоставляется перевозчику и оператору терминала, а также регулирующим органам, таким как таможня и администрация порта. Это обеспечивает автоматическую перекрестную привязку с таможней, значительно ускоряя очистку груза для импорта или экспорта.

Управление воротами. Электронное управление входящими и исходящими движениями у ворот терминала, которые в основном касаются экспедиторов, судоходных линий, автотранспортных компаний и операторов терминалов. Все внутренние логистические операции, такие как транспортные контракты, заказы на отпуск и заказы на въезд, можно покрыть одним электронным документом. Если электронный документ предоставляется заранее, часто к 24 часам, то все процессы могут быть предварительно очищены,

оставляя только физическое перемещение для получения или доставки. Это улучшает пропускную способность существующих шлюзов, зачастую более чем удваивая их пропускную способность, без новых инфраструктур, за исключением оборудования для автоматической обработки ворот.

Безопасность и контроль. Стратегии автоматизации разрешенного и безопасного использования объектов, включая доступ к грузу. Особый подход опирается на оптическое распознавание символов номерных знаков и идентификационных номеров контейнеров. Наблюдение в реальном времени может быть сверено с накладными с расхождениями, которые подлежат ручной проверке. Это может также включать в себя другие сканирующие устройства, такие как детектор излучения или RFID. Опять же, это приводит к лучшему использованию существующих активов и в то же время улучшает процедуры безопасности.

Отслеживание. Все вышеперечисленное позволяет с помощью ИТ-интеграции отслеживать загрузку контейнеров во всем портовом сообществе с момента их выгрузки из контейнерова, во время очистки шлюза терминала или после их доставки. Это позволяет повысить уровень управления цепочками поставок и использования активов внутри портового сообщества.

То, что мы видим на рисунке 14 ниже, называется функциональной реализацией PCS напоминающей то, как функционирует Uber. Это система сообщества портов, показанная как трансформация предшествующих информационных систем в PCS с целью общего использования активов цифровых близнецов в совместной экономике [1,2,3,4,8,28].

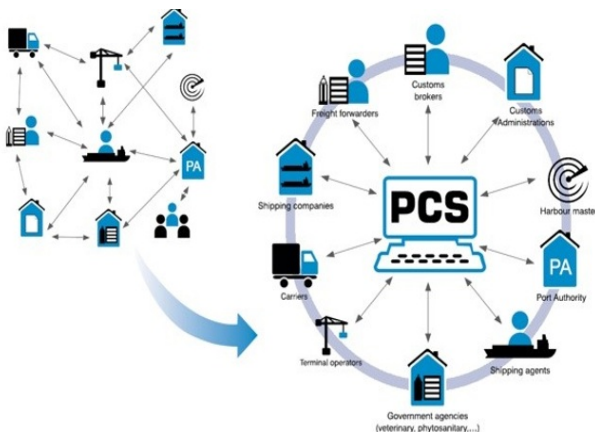


Рис. 14. Трансформация предшествующих информационных систем в PCS [28]

VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение изложенного стоит отметить, что любое судно - это почти уникальное оборудование и очень хорошо известно, что практически любое судно обладает уникальными характеристиками, и это делает слишком общий анализ часто неактуальным, но является движущей силой развития подходов цифровых близнецов. На рисунке 15 мы приводим классификацию судов, которую были вынуждены создать в проекте ЕС

MARANDA - Морское применение новой силовой установки на топливных элементах в условиях подтверждения требований условий в Арктике. Даже для этого достаточно специфического применения оно (рисунок 15) выглядит не таким простым.

Еще одной важной темой, перекликающейся с темой проекта MARANDA, является сегодня судовое топливо, которое практически на 99% состоит из дизельных сортов, что плохо согласуется с растущими экологическими требованиями. Поэтому начинает нарастать развитие энергосистем портов, например, для стоянок круизных лайнеров представляющих, по сути, плавучие города. Развиваются также направления гидрогенного (водородного) топлива и уже появились практические результаты по электрическим паромам и небольшим судам.

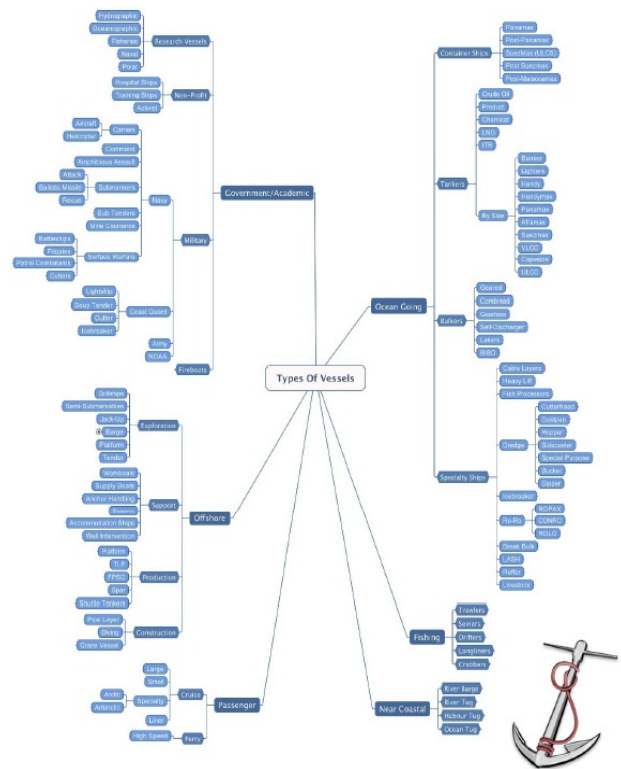


Рис. 15. Типы судов, определенные в проекте ЕС MARANDA 9 [30].

Многие изложенные выше позиции, как нам представляется, могут иметь отношение к повестке встречи глав государств Каспийского региона, которая должна состояться в Астрахани в 2021 году. По заложенному географическому и историческому принципам этой встречи на ней должны обсуждаться экономические возможности совместного использования Каспия и питающих это море рек и в первую очередь – Волги.

В Европейском Союзе амбициозная Рамочная Водная Директива (WFD, 2000/60 / ЕС) признает возможность улучшить качество всех водоемов, включая поверхностные и подземные воды, и имеются убедительные доказательства того, что общество

пытается восстановить ориентированную на воду культуру. Охрана вод является одним из приоритетов Комиссии, и цель Европейской водной политики состоит в том, чтобы уменьшить загрязнение европейских рек и обеспечить их чистоту [29]. Нам представляется, что для России необходимо принять программу по Волжскому бассейну, не дожидаясь встречи в Астрахани, частью которого могли стать направления и идеи по цифровым близнецам для портов и судоходства на Волге, которая многие годы служила России как главная экономическая транспортная артерия. Нам представляется что «Умная Волга» может заново открыть множество экономических преимуществ для страны и обеспечить новый толчок для развития прилегающих к ней регионов.

Экономическая и социальная комиссия для Азии и Тихого океана (ЭСКАТО), расположенная в Бангкоке, Таиланд, является одной из пяти региональных комиссий Экономического и Социального Совета ООН. Она была организована в 1947 году для стимулирования экономического сотрудничества стран-участниц. В эту организацию входят все участники Каспийского саммита.

На планируемом саммите в Астрахани в 2021 году, как нам представляется, было бы целесообразно обсудить наравне с другими темами создание системы портовых сообществ (PCS) стран Каспийского региона. Этот вопрос мог бы стать продолжением решений Конференции министров по транспорту ЭСКАТО, проходившей в декабре 2016 года в Москве, которая подчеркнула ключевую роль транспорта в осуществлении Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года в свете его особой функции, заключающейся в предоставлении людям, промышленности и сельскому хозяйству доступа к экономическим и социальным возможностям и в противодействии изменению климата. По мнению участников конференции, транспорт является одной из движущих сил, способствующих достижению Целей в области устойчивого развития, в процессе осуществления Региональной программы действий по обеспечению устойчивой транспортной связности в Азиатско-Тихоокеанском регионе, этап I (2017-2021 годы). Конференция рекомендовала, в частности, уделять приоритетное внимание а) комплексному планированию транспортных коридоров и координированию национальных планов развития транспортной инфраструктуры и б) согласованию строительных и технических норм применительно к транспортным средствам, транспортным стратегиям, исходя из Межправительственного соглашения по сети Азиатских автомобильных дорог, Межправительственного соглашения по сети Трансазиатских железных дорог и Межправительственного соглашения о портах и о «сухих портах» [19].

К тому же, принимая Декларацию министров об

устойчивой транспортной связности в Азиатско-Тихоокеанском регионе, Конференция также подчеркнула необходимость а) развития комплексных интермодальных транспортно-логистических систем, включающих автомобильный, железнодорожный, водный и воздушный транспорт, в целях содействия устойчивому развитию и б) развития безопасных, «умных» и экологических интермодальных или мультимодальных транспортных коридоров, которые физически и эксплуатационно тесно связаны друг с другом [19].

В 2020 году другая международная организация АТЭС, в которой также представлены участники Каспийской встречи (в том числе и Россия) выпустила работу - *Managing Port Data via a Single APEC Port Community Platform* APEC Transportation Working Group January 2020 [20], непосредственно относящаяся к созданию систем портового сообщества (PCS).

Процитируем эту работу: «Создать основу для понимания и приверженности всех участников необходимости и преимуществ получения критически важной информации на Единой платформе системы сообщества портов АТЭС.

Учитывая вышесказанное, проект состоял из разработки опроса, который был разослан делегатам АТЭС, где был задан ряд вопросов, касающихся возможности обмена портовой информацией между странами после семинара, чтобы обсудить результаты опроса для разработки сводного отчета».

Так как все участники каспийской встречи являются участниками как ЭСКАТО, так и АТЭС, а также намерены развивать совместно цифровую экономику, то изложенное выше нам представляется возможной основой для проработки соответствующих предложений.

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Куприяновский В. П. и др. Правительство, промышленность, логистика, инновации и интеллектуальная мобильность в цифровой экономике //Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2017. – Т. 13. – №. 1. – С.74-96.
- [2] Kupriyanovsky V. et al. Digital sharing economy: technologies, platforms and libraries in industry, construction, transport, and logistics //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 6. – С. 56-75.
- [3] Куприяновский В. П. и др. Мобильное производство на базе совместной экономики, цифровых технологий и логистики //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 8.- С.47-69.
- [4] Kupriyanovsky V. et al. Digital supply chains and blockchain-based technologies in a shared economy //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 8. – С. 80-95.
- [5] А.А.Климов, В.П.Куприяновский, П.В.Куренков, О.Н.Мадяр Цифровые транспортные коридоры для перевозок грузов и пассажиров. Вестник транспорта 10/2017 С. 26-30.
- [6] А.А.Климов, В.П.Куприяновский, П.В.Куренков, О.Н.Мадяр Цифровые транспортные коридоры для перевозок грузов и пассажиров Вестник транспорта 11/2017 С. 15-28.
- [7] Namiot D. et al. Blockchain applications for transport industry //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 12. – С. 130-134.
- [8] Kupriyanovsky V. et al. Intellectual mobility and mobility as a service in Smart Cities //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 12. – С. 77-122.

- [9] Kupriyanovsky V. et al. On development of transport and logistics industries in the European Union: open BIM, Internet of Things and cyber-physical systems //International Journal of Open Information Technologies. – 2018. – Т. 6. – №. 2. – С. 54-100.
- [10] Kupriyanovsky Y. et al. Smart container, smart port, BIM, Internet Things and blockchain in the digital system of world trade //International Journal of Open Information Technologies. – 2018. – Т. 6. – №. 3. – С. 49-94.
- [11] Ю.П.Липунцов, В.П.Куприяновский Организация финансового учета в цифровой экономике «Инновации и инвестиции». № 2. 2018 С. 163-168.
- [12] Ларин О. Н., Куприяновский В. П. Вопросы трансформации рынка транспортно-логистических услуг в условиях цифровизации экономики //International Journal of Open Information Technologies. – 2018. – Т. 6. – №. 3. С.95-101.
- [13] Sokolov I. et al. The digital economy of Western Australia-smart mining, oil, gas enterprises, railways, seaports, and formalized ontologies //International Journal of Open Information Technologies. – 2018. – Т. 6. – №. 6. – С. 44-62.
- [14] Соколов И. А. и др. Роботы, автономные робототехнические системы, искусственный интеллект и вопросы трансформации рынка транспортно-логистических услуг в условиях цифровизации экономики //International Journal of Open Information Technologies. – 2018. – Т. 6. – №. 4.
- [15] Куприяновский В. П. и др. На пути к физическому интернету: индустрия, логистика и электронная коммерция 4. 0. Европейский вариант //International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – Т. 7. – №. 5.
- [16] Климов А. А. и др. Цифровые технологии, навыки, инженерное образование для транспортной отрасли и технологии образования //International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – Т. 7. – №. 10.
- [17] Kupriyanovsky Y. et al. Digital twins based on the development of BIM technologies, related ontologies, 5G, IoT, and mixed reality for use in infrastructure projects and IFRABIM//International Journal of Open Information Technologies. – 2020. – Т. 8. – №. 3.
- [18] Kurganova, Nadezhda, et al. "Digital twins' introduction as one of the major directions of industrial digitalization." International Journal of Open Information Technologies 7.5 (2019): 105-115.
- [19] Организация Объединенных Наций ESCAP/CTR/2018/5 Развитие ситуации, связанной с обеспечением взаимосвязанности транспортной инфраструктуры (2014–2018 годы) в эпоху осуществления Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года.
- [20] Managing Port Data via a Single APEC Port Community Platform APEC Transportation Working Group January 2020
- [21] Эволюция портов <https://www.onthemosway.eu/the-evolution-of-port-system-from-industrial-to-a-smart-digital-area/>
- [22] Theo Notteboom, Athanasios Pallis and Jean-Paul Rodrigue (2020) Port Economics, Management and Policy, New York: Routledge
- [23] Автономные суда <http://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Autonomous-shipping.aspx>
- [24] Цифровые двойники <https://informaconnect.com/the-digital-twin-plotting-the-course-to-automation/>
- [25] 5G для портов <https://safety4sea.com/new-report-analyzes-the-potential-of-5g-for-ports/>
- [26] Your systems may be optimized but digital twins could learn to do it better <https://new.abb.com/news/detail/24663/your-systems-may-be-optimized-but-digital-twins-could-learn-to-do-it-better>
- [27] Port Economics, Management and Policy https://portecomonomicsmanagement.org/?page_id=1011
- [28] Port Call Data Sharing Platforms <https://safety4sea.com/cm-port-call-data-sharing-platforms/>
- [29] AMBER Project D3.2 Quantification of economic costs and benefits of river infrastructures (evaluation of natural capital) July 2019.
- [30] MARANDA D9.3 Report on business analysis tool design and use 2018

On smart technologies in ports and shipping as linked digital twins for shore and ship in a multimodal environment

Alexander Klimov, Vasily Kupriyanovsky, Vyacheslav Alenkov, Konstantin Anisimov, Alexey Volodin, Julia Kupriyanovsky

Abstract— This article deals with the digital transformation in shipping. One of the main today's tasks that the shipping industry has to face is the need to adapt to the digital age. Digital or intellectual delivery is already here, and it will change the model of this business management. At present, all shipping companies strive to make their ships more efficient and better adapted to the realities of today. Although everyone is trying to improve ship efficiency, too little attention is paid to port efficiency. Obviously, there are huge reserves for improving the efficiency of ports. The introduction of intelligent devices capable of real-time data exchange has changed various business models and supply chain operations management. However, ports often do not provide all the information required for efficient ship operations. Ports, on the other hand, often do not have the information they need for efficient service; when a vessel arrives, whether it is delayed, or when it does not arrive at the port at all. Solving these problems is a simple prerequisite for the development of an industry that moves 90% of the world's trade. This is what opens up new digital stages in the never-ending development of this industry today. This article describes the technologies and prospects of this process.

Keywords— port, digital twin.

REFERENCES

- [1] Kupriyanovskij V. P. i dr. Pravitel'stvo, promyshlennost', logistika, innovacii i intelektual'naja mobil'nost' v cifrovoj jekonomike //Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie. – 2017. – T. 13. – #. 1. – S.74-96.
- [2] Kupriyanovsky V. et al. Digital sharing economy: technologies, platforms and libraries in industry, construction, transport, and logistics //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – T. 5. – #. 6. – S. 56-75.
- [3] Kupriyanovskij V. P. i dr. Mobil'noe proizvodstvo na baze sovmestnoj jekonomiki, cifrovyh tehnologij i logistiki //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – T. 5. – #. 8.- C.47-69.
- [4] Kupriyanovsky V. et al. Digital supply chains and blockchain-based technologies in a shared economy //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – T. 5. – #. 8. – S. 80-95.
- [5] A.A.Klimov, V.P.Kupriyanovskij, P.V.Kurenkov, O.N.Madjar Cifrovye transportnye koridory dlja perevozok gruzov i passazhirov. Vestnik transporta 10/2017 S. 26-30.
- [6] A.A.Klimov, V.P.Kupriyanovskij, P.V.Kurenkov, O.N.Madjar Cifrovye transportnye koridory dlja perevozok gruzov i passazhirov Vestnik transporta 11/2017 S. 15-28.
- [7] Namiot D. et al. Blockchain applications for transport industry //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – T. 5. – #. 12. – S. 130-134.
- [8] Kupriyanovsky V. et al. Intellectual mobility and mobility as a service in Smart Cities //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – T. 5. – #. 12. – S. 77-122.
- [9] Kupriyanovsky V. et al. On development of transport and logistics industries in the European Union: open BIM, Internet of Things and cyber-physical systems //International Journal of Open Information Technologies. – 2018. – T. 6. – #. 2. – S. 54-100.
- [10] Kupriyanovsky Y. et al. Smart container, smart port, BIM, Internet Things and blockchain in the digital system of world trade //International Journal of Open Information Technologies. – 2018. – T. 6. – #. 3. – S. 49-94.
- [11] Ju.P.Lipuncov, V.P.Kupriyanovskij Organizacija finansovogo ucheta v cifrovoj jekonomike «Innovacii i investicii». # 2. 2018 S. 163-168.
- [12] Larin O. N., Kupriyanovskij V. P. Voprosy transformacii rynka transportno-logisticheskikh uslug v uslovijah cifrovizacii jekonomiki //International Journal of Open Information Technologies. – 2018. – T. 6. – #. 3.S.95-101.
- [13] Sokolov I. et al. The digital economy of Western Australia-smart mining, oil, gas enterprises, railways, seaports, and formalized ontologies //International Journal of Open Information Technologies. – 2018. – T. 6. – #. 6. – S. 44-62.
- [14] Sokolov I. A. i dr. Roboty, avtonomnye robototekhnicheskie sistemy, iskusstvennyj intellekt i voprosy transformacii rynka transportno-logisticheskikh uslug v uslovijah cifrovizacii jekonomiki //International Journal of Open Information Technologies. – 2018. – T. 6. – #. 4.
- [15] Kupriyanovskij V. P. i dr. Na puti k fizicheskomu internetu: industrija, logistika i jelektronnaja komercija 4. 0. Evropejskij variant //International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – T. 7. – #. 5.
- [16] Klimov A. A. i dr. Cifrovye tehnologii, navyki, inzhenernoe obrazovanie dlja transportnoj otrasli i tehnologii obrazovanija //International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – T. 7. – #. 10.
- [17] Kupriyanovsky Y. et al. Digital twins based on the development of BIM technologies, related ontologies, 5G, IoT, and mixed reality for use in infrastructure projects and IFRABIM//International Journal of Open Information Technologies. – 2020. – T. 8. – #. 3.
- [18] Kurganova, Nadezhda, et al. "Digital twins' introduction as one of the major directions of industrial digitalization." International Journal of Open Information Technologies 7.5 (2019): 105-115.
- [19] Organizacija Ob"edinennyh Nacij ESCAP/CTR/2018/5 Razvitie situacii, svjazannoj s obespečeniem vzaimosvjazannosti transportnoj infrastruktury (2014–2018 gody) v jepohu osushhestvlenija Povestki dnja v oblasti ustojchivogo razvitija na period do 2030 goda.
- [20] Managing Port Data via a Single APEC Port Community Platform APEC Transportation Working Group January 2020
- [21] Jevoľjucija portov <https://www.onthemosway.eu/the-evolution-of-port-system-from-industrial-to-a-smart-digital-area/>

- [22] Theo Notteboom, Athanasios Pallis and Jean-Paul Rodrigue (2020) Port Economics, Management and Policy, New York: Routledge
- [23] Avtonomnye suda
<http://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Autonomous-shipping.aspx>
- [24] Cifrovye dvojniki <https://informaconnect.com/the-digital-twin-plotting-the-course-to-automation/>
- [25] 5G dlja portov <https://safety4sea.com/new-report-analyzes-the-potential-of-5g-for-ports/>
- [26] Your systems may be optimized but digital twins could learn to do it better <https://new.abb.com/news/detail/24663/your-systems-may-be-optimized-but-digital-twins-could-learn-to-do-it-better>
- [27] Port Economics, Management and Policy
https://porteconomicsmanagement.org/?page_id=1011
- [28] Port Call Data Sharing Platforms <https://safety4sea.com/cm-port-call-data-sharing-platforms/>
- [29] AMBER Project D3.2 Quantification of economic costs and benefits of river infrastructures (evaluation of natural capital) July 2019.
- [30] MARANDA D9.3 Report on business analysis tool design and use 2018