

INFORMATION SYSTEMS AS A TOOL FOR IMPROVING THE SEAPORTS PRODUCTIVITY

I. V. Zub¹, Yu. E. Ezhov¹, T. S. Angolenko²

¹ — Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,
St. Petersburg, Russian Federation

² — Rusmarine-Logistic, Ltd., St. Petersburg, Russian Federation

The object of the study is a seaport as a transport hub with an internal infrastructure consisting of various departments whose actions are coordinated by the management system. It is noted that the introduction of information systems into the port management structure allows coordinating actions between port departments and external partners. The seaport is considered as a system consisting of subsystems, information about the state of which allows to streamline the processes of cargo movement, to carry out the activities of the port for a certain planning period and to make decisions in case of non-standard situations. It is noted in the paper that loading and unloading operations in the port are carried out by means of lifting and transport equipment, which has recently been produced with automatic and automated control. Attention is drawn to the fact that automated loading and transport equipment and related technologies for processing and tracking storage locations of processed goods contribute to improving the seaports efficiency. It is emphasized that the use of information technologies in seaports reduces the errors probability that may occur due to the human factor, contributes to the optimization of technological processes and reduces vehicle downtime. It is particularly noted that the development of information systems contributes to the integration of the cargo plan of the seaport with the shift-daily plan and the arrival of vehicles for processing, which allows for the operational management of the seaport. These data indicate that information resources are an economic value and act as one of the factors of seaport management. The information technologies used in the transport industry are considered and trends in the development of information systems of the port economy are identified in the paper. Based on the analysis of literary sources, it is concluded that the introduction of information technologies in ports contributes to increasing productivity and strengthening cooperation between interested parties in the transport sphere of activity. Smart ports will allow the port industry to interact with external enterprises with higher accuracy, openness and transparency, thereby improving relations and efficiency.

Keywords: seaports, information systems, cargo turnover, port infrastructure, “smart port”.

For citation:

Zub, Igor V., Yurii E. Ezhov, and Tatjana S. Angolenko. “Information systems as a tool for improving the seaports productivity.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admiral S. O. Makarova* 14.2 (2022): 218–229. DOI: 10.21821/2309-5180-2022-14-2-218-229.

УДК 656.013: 656.073.07: 656.615

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МОРСКИХ ПОРТОВ

И. В. Зуб¹, Ю. Е. Ежов¹, Т. С. Анголенко²

¹ — ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

² — ООО «Русмарин-Лоджистик», Санкт-Петербург, Российская Федерация

Объектом настоящего исследования является морской порт как транспортный узел, обладающий внутренней инфраструктурой, состоящей из различных подразделений, действия которых координируются системой управления. Отмечается, что внедрение информационных систем в структуру управления портов позволяет координировать действия между подразделениями порта и внешними партнерами. Морской порт рассматривается как система, состоящая из подсистем, информация о состоянии которых позволяет упорядочить процессы перемещения грузов, осуществлять работу порта на определенный период планирования и принимать решения при возникновении нестандартных ситуаций. В статье отмечается,

что погрузочно-разгрузочные работы в порту осуществляются посредством подъемно-транспортного оборудования, которое в последнее время производится с автоматическим и автоматизированным управлением. Обращается внимание на то, что автоматизированное погрузочно-транспортное оборудование и связанные с ним технологии обработки и отслеживания мест складирования обрабатываемых грузов способствуют повышению эффективности работы морских портов. Подчеркивается, что использование информационных технологий в морских портах снижает вероятность возникновения ошибок, которые могут произойти из-за человеческого фактора, а также способствует оптимизации технологических процессов и снижению простоев транспортных средств. Особо отмечается, что развитие информационных систем способствует интеграции грузового плана морского порта со сменно-суточным планом и прибытием под обработку транспортных средств, что позволяет осуществлять оперативное управление морским портом. Приведенные данные свидетельствуют о том, что информационные ресурсы являются экономической ценностью и выступают как один из факторов управления морским портом. В работе рассмотрены информационные технологии, используемые в транспортной отрасли, и выявлены тенденции развития информационных систем портового хозяйства. На основе анализа научной литературы сделано заключение о том, что внедрение информационных технологий в портах способствует повышению производительности и укрепления сотрудничества между заинтересованными сторонами транспортной сферы деятельности. «Умные порты» позволяют портовой отрасли взаимодействовать с внешними предприятиями с более высокой точностью, открытостью и прозрачностью, тем самым улучшить производственные отношения и эффективность работы.

Ключевые слова: морские порты, информационные системы, грузооборот, портовая инфраструктура, «умный порт».

Для цитирования:

Зуб И. В. Информационные системы как инструмент повышения производительности морских портов / И. В. Зуб, Ю. Е. Ежов, Т. С. Анголенко // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2022. — Т. 14. — № 2. — С. 218–229. DOI: 10.21821/2309-5180-2022-14-2-218-229.

Введение (Introduction)

Увеличение товарооборота между государствами возлагает на транспортные системы большую ответственность. Интенсивность движения транспортных средств, работа экспедиторских компаний по принципу Just in Time требуют изменений в системе управления транспортными потоками, логистическими компаниями и морскими портами, являющимися дистрибутивными центрами и связующим звеном между отдельными видами транспорта. Объединить всех участников транспортно-логистической деятельности можно посредством информационных технологий. Цифровизация различных элементов транспортного процесса позволяет принимать эффективные решения.

«Индустрия 4.0», или четвертая промышленная революция, по сути, представляющая собой «Интернет вещей» в промышленных масштабах и направленная на внедрение информационных технологий в производственную сферу, постепенно входит в транспортную сферу деятельности. Внедрение технологий «Индустрии 4.0» началось с оцифровки операций по обработке контейнеров. При продвижении этого проекта отмечалось, что в портах наблюдается низкая степень внедрения цифровых технологий, что лишает их ряда преимуществ. При этом подчеркивалось, что цифровая трансформация контейнерных операций способствует повышению операционной эффективности и безопасности производства, снижению затрат и времени простоя транспортных средств (ТС) под обработкой.

Организация погрузочно-разгрузочных работ (ППР) зависит от многих факторов, среди которых взаимодействие с внешними партнерами, обеспечение бесперебойного обслуживания ТС, оформление транспортной документации и др. Важную роль в решении указанных вопросов играют управленческие решения и скорость их принятия. Оптимальное управление работой порта возможно только в случае взаимодействия всех видов транспорта, принимающих участие в доставке грузов. Координацию действий участников транспортного процесса обеспечивает единая информационная система, что создает условия для снижения себестоимости перевозимого груза и повышения качества транспортных услуг [1], [2]. Базы данных информационных систем управления позволяют

лицу, принимающему решения (ЛПР), на основании этих данных осуществлять оптимальные управленческие решения [3]–[5]. Цифровые технологии и информатизация транспортной отрасли способствуют интеграции морских портов Российской Федерации в мировую экономическую систему, оказывая влияние на объемы грузооборота [4], [6], [7].

Целью настоящей работы является рассмотрение применяемых информационных систем и оценка их влияния на работу морских портов.

Методы и материалы (Methods and Materials)

Методами проведенного исследования является анализ научной литературы, изучающей вопросы информатизации морских портов, а также системный анализ, позволяющий определить основные тенденции развития морских портов в данном направлении.

Морской порт (МП) — сложная система. Для решения проблем цифровизации, управления и формирования базы данных, получаемых от подсистем МП, используется *метод декомпозиции*. Все подсистемы МП связаны между собой информационными потоками и контурами управления. Для функционирования МП необходимо выделить его основные подсистемы: техническую, технологическую, административно-управленческую и информационную, определяемые в виде

$$МП = \{C_{\text{техн}}, C_{\text{технолог}}, АУС, ИС\}, \quad (1)$$

где $C_{\text{техн}}$ — техническая система; $C_{\text{технолог}}$ — технологическая система; АУС — административно-управленческая система; ИС — информационная система.

Информационная система характеризуется объемом информации, информативностью или качеством информации. Информация, поступающая из подсистем порта, формирует базу данных, на основании которой разрабатывается сменно-суточный план и принимаются тактические и стратегические решения. Каждая подсистема разделена на элементы, которые могут рассматриваться в виде отдельных систем:

$$C_{\text{техн}} = \{МБТ, ПТО_{\text{МГФ}}, ПТО_{\text{ТС}}, ТТ\}, \quad (2)$$

где МБТ — машины безрельсового транспорта (автопогрузчики, ричстакеры, автоконтейнеровозы и др.); ПТО_{МГФ} — подъемно-транспортное оборудование морского грузового фронта (контейнерные перегружатели, портальные краны, грейферно-бункерные перегружатели и др.); ПТО_{ТС} — подъемно-транспортное оборудование тылового склада (стакеры-реклаймеры, козловые краны, краны-манипуляторы и др.); ТТ — технологический транспорт.

Оптимизация работы парка ПТО, как в части структуры парка (оптимальное резервирование), так и в части ситуационного управления, предполагает использование информационных технологий для определения технического состояния и остаточного ресурса каждой единицы ПТО. Данная информация используется при составлении планов по техническому обслуживанию и ремонту ПТО. Кроме технического состояния парка ПТО на функционирование порта оказывает влияние технологическая система ($C_{\text{технолог}}$), в структуру которой входят следующие подсистемы:

$$C_{\text{технолог}} = \{ГЗП, ТД, ВВ, АСУ, УП\}, \quad (3)$$

где ГЗП — сменные грузозахватные приспособления; ТД — технологическая документация (рабочие технологические карты (РТК); местные инструкции по типовым способам и приемам работ (МИТС); ВВ — въездные ворота, груз проходящий через въездные ворота в порт и из порта, позволяет определить наличие свободных мест для груза, что позволяет планировать количество принимаемого груза; АСУ — автоматизированная система управления технологическими операциями, применяется в портах с определенным видом груза и ПТО; УП — услуги порта, к которым относятся погрузочно-разгрузочные, складские и транспортно-экспедиторские услуги и операции, оформлением необходимой транспортной документации и организацией погрузочно-разгрузочных услуг.

Автоматизация порта начинается с въездных ворот. Поступающая с въездных ворот информация позволяет устранить неопределенность и решать оперативные задачи, к которым относятся

расчет количества заявок на ПРР и определение порядка их обработки. Отсутствие цифровизации технологического процесса характеризуется многовариантностью перестановок груза, затрудняя принятие оперативных управляющих решений диспетчером порта.

Автоматизированная система управления (АСУ) при формировании базы данных включает в себя информацию по расположению груза в порту, и информацию, поступающую от следующих внешних источников:

$$АСУ = \{БД, ПГ, И_{вх}\}, \quad (4)$$

где БД — база данных; ПГ — положение груза, которое фиксируется на мобильных терминалах, установленных на ПТО и передается в базу данных, что позволяет сократить время на поиск требуемой грузовой единицы; $И_{вх}$ — входящая информация от внешних и внутренних источников (к внешним источникам информации относятся входные потоки заявок на обслуживание заявок и соответствующие транспортные средства).

Результаты (Results)

Внедрение информационных технологий в морских портах является одним из наиболее актуальных трендов последних десятилетий, который отражен в российских стратегических документах, регулирующих развитие портового хозяйства страны. Цифровизация предоставляет ряд конкурентных преимуществ морским портам. Цифровые технологии позволяют отслеживать движение ТС и получать информацию в реальном времени о техническом состоянии объектов порта (рис. 1). Информационная система порта не только собирает информацию о текущем состоянии, но и получает обратную информацию, что позволяет в автоматическом режиме управлять процессами ПРР, координировать прибытие-убытие ТС [8], [9], принимать решения по вопросам текущей ситуации и выбирать маршруты движения ТС [5], [8]–[11], размещения грузов на территории порта, а также состояния подъемно-транспортного оборудования (ПТО) [4], [12], [13]. Сбои в доставке груза могут иметь различные причины: поломка ТС, задержка с отгрузкой на складе или в порту, возникновением проблем в пути следования и др. В этом случае необходимо найти решения, минимизирующие негативные последствия [4], [11].

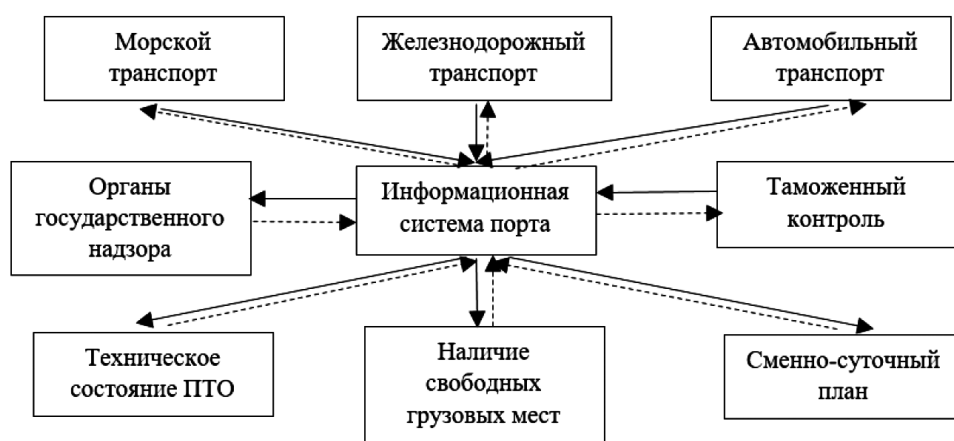


Рис. 1. Схема обмена данными информационной системы порта с внутренними и внешними участниками логистического процесса

Ряд цифровых технологий, таких как электронный документооборот, принципы и механизмы «единого окна», системы распознавания номеров контейнеров, цифровые охранные и другие системы уже применяются в морских портах России [8], [14]. Широкое применение информационные технологии получили в складской логистике, что позволило снизить логистические затраты [5], [15]. Общее информационное пространство, созданное на основе автономной логистики с использованием технологии интернета вещей [4], [5], [16], [17] и блокчейна [5], [10], [16]–[18], позволяет объектам

логистической деятельности обмениваться информацией, синхронизировать взаимодействие друг с другом и с внешней средой. Каждый логистический объект имеет свой идентификатор, позволяющий выделить его из множества других объектов, что дает возможность отслеживать каждую единицу груза на всех этапах логистического цикла [10], [18]. В случае неиспользования или использования информационных технологий другого формата интеграция с ним будет затруднена.

Современные информационные технологии, базирующиеся на цифровых платформах и представляющие собой гибридные структуры, обеспечивают взаимодействие и осуществляют транзакции между участниками логистического процесса. Цифровые технологии открывают доступ к новым рынкам, увеличивая клиентскую базу [19]. В общем информационные потоки включают в себя информацию о грузопотоках, как входящих, так и выходящих, а также о размещении грузов на территории порта [12], [20].

Автоматизация ПРР применяется в портах и на терминалах, где технологические процессы имеют систематический и повторяющийся процесс, осуществляемый по определенным правилам, которые могут быть смоделированы и запрограммированы. Таким потенциалом обладает «Индустрия 4.0», которая, по мнению ее сторонников, может изменить труд человека, так как роботизированные машины способны выполнять часто повторяющиеся рутинные задачи с более высокой эффективностью. Примером являются порты по перегрузке углеводородного сырья (нефти и нефтепродуктов и сжиженного природного газа), а также контейнерные терминалы. На последних активно применяется информационная система Solvo. Автоматизированные терминалы используют ПТО, на котором установлены автоматические системы управления, выполняющие обмен информацией между подсистемами порта и тем самым охватывая все производственные операции. Автоматизация ПТО снижает колебания грузозахватных приспособлений, что сокращает время ПРР. ПТО по степени автоматизации управления делят на три группы: управляемые вручную, с полуавтоматическим управлением и автоматизированные.

Автоматизированные системы управления — это сложные человеко-машинные комплексы, включающие подсистемы управления, информационные потоки и технические средства. Под подсистемой понимают часть системы (порта), обладающая свойствами системы, способной выполнять независимые функции, направленные на достижение общих целей. Каждая подсистема может быть рассмотрена как система более низкого уровня. К таким подсистемам порта можно отнести техническую, технологическую, информационную, коммерческую и административную [21]. Морской порт, в свою очередь, является одной из подсистем транспортной системы. Как отмечается в работе [22], транспорт может выступать как система, тогда его основной функцией является перемещение грузов, в другом случае он выступает как подсистема народного хозяйства с вполне определенной функцией, такой как транспортная связь между подсистемами народного хозяйства: *«Транспортная связь — это не отдельная перевозка, а некоторый цикл, имеющий экономическое содержание»* [3, с. 38].

Портовые операторы инвестируют финансовые средства в разработку информационных технологий, понимая их преимущества по сокращению операционных расходов и увеличению производительности. Цифровизация портовой инфраструктуры имеет постепенный характер. Одним из первых информационных технологий были применены в порту Роттердама в 1993 г. в сфере использования различных беспилотных средств для обработки и горизонтальной перегрузки контейнеров. Кроме того, там же был автоматизирован процесс по оцифровке документов, что давало возможность не только владельцу груза, но и всем заинтересованным лицам отслеживать место нахождения контейнера [23]. При этом внимание портовых операторов было сосредоточено на цифровизации и на том, как она может трансформировать технологические операции за счет повышения безопасности и эффективности, сокращения затрат, обеспечения мониторинга и прозрачности в цепочке трансграничных поставок [18], [24].

До конца 2000-х гг. лишь несколько портов использовали цифровые технологии (рис. 2). С начала 2010-х гг. наблюдалось постепенное увеличение количества портов, использующих цифровые технологии, что связано со стандартизацией, унификацией ПТО и снижением затрат на автоматизацию [25]. Как видно из рис. 2, начиная с 2012 г. тренд автоматизации работы портов неуклонно растет.

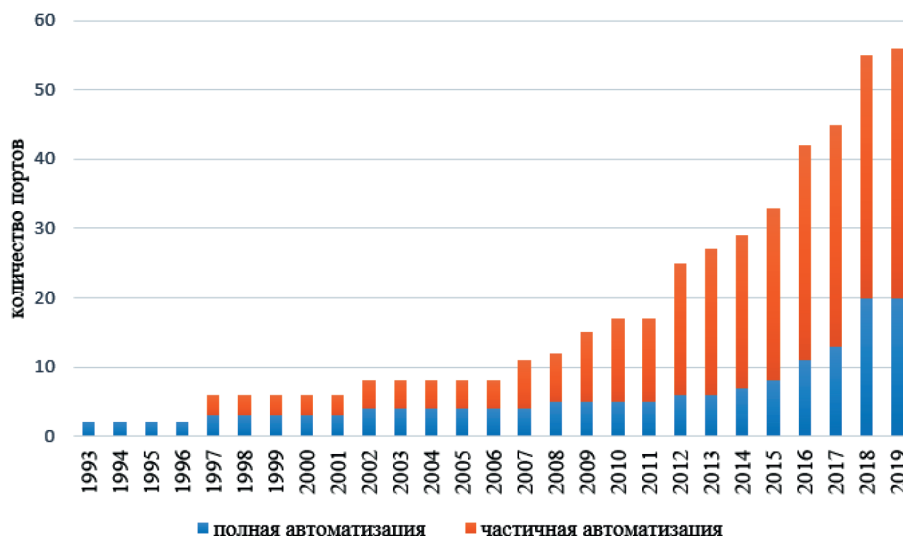


Рис. 2. Динамика автоматизации портов

Первые цифровые технологии были внедрены в систему управления портом (рис. 3), что позволило принимать решения на основе полученной информации. К 2015 г. около 50 % портов в мире использовали информационные управляющие системы для принятия решений. Информационные системы управления способствуют снижению степени неопределенности по объемам грузопотоков, что позволяет привлекать дополнительные объемы груза, а также управлению человеческими ресурсами.

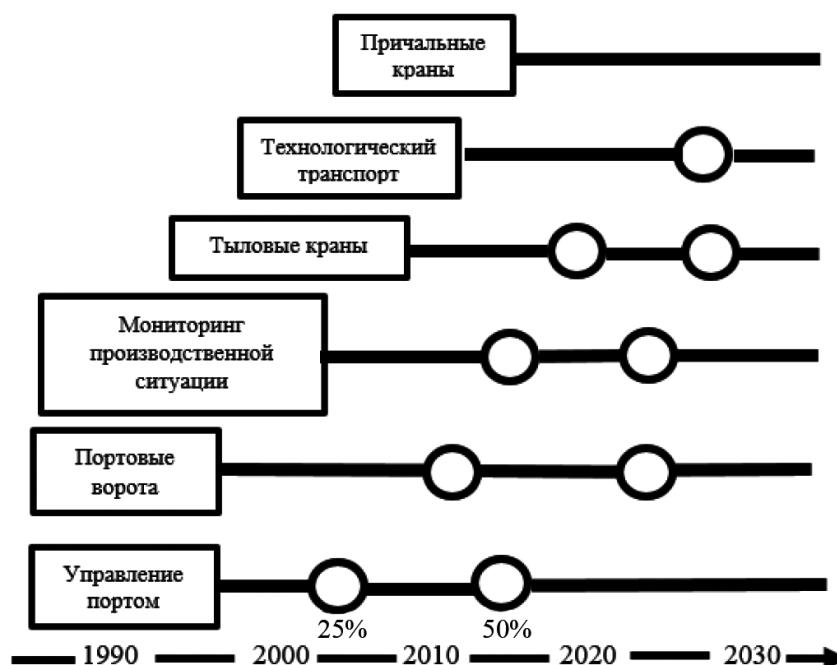


Рис. 3. Внедрение цифровых технологий в портовую инфраструктуру

Цифровизация позволяет контролировать не только входящий грузопоток, но и идентифицировать наземные ТС, указывая им сразу время прибытия и место погрузки-разгрузки. Мониторинг производственной ситуации позволяет интегрировать основные компоненты работы порта для получения информации в режиме реального времени, такой как положение ТС, позиционирование груза и ПТО. Эти данные позволяют оперативно использовать ПТО по обработке ТС.

При обработке укрупненных грузовых единиц в тыловых зонах порта автоматизируют ПТО (например, RTG на контейнерном терминале), что позволяет увеличить производительность на 30 %. Для позиционирования груза нашли применение ультразвуковые датчики¹, указывающие оператору дистанцию до контейнера и передающие сигнал на исполнительные механизмы для изменения угла горизонта спредера, занимающего параллельное контейнеру положение [26]. Автоматизированный технологический транспорт используется на контейнерных терминалах для перевозки контейнеров с причала на место хранения и в обратном направлении. В последнее время происходит автоматизация ПТО морского грузового фронта, что позволяет сократить время рабочего цикла и увеличить производительность [9], [12], [20].

Порты как отдельные системы конкурируют между собой, что способствует их совершенствованию. Экспедиторские компании выполняют роль системных интеграторов, реализующих доставку грузов, следя за тем, чтобы при перегрузке с одного вида транспорта на другой не было потерь. При наличии потерь экспедиторы будут искать порт, где стоимость ПРР и время обработки ТС минимальны [22]. Задача снижения потерь при ПРР и транспортировке грузов реализуется при помощи информатизации и автоматизации процессов управления, что позволяет создать гибкую технологию перевозок. Однако такого рода технология требует новых разработок в организации грузопотоков, графиков движения ТС и способов ПРР. Имеющиеся информационные ресурсы позволяют принимать оптимальные решения и реализовать их [3], [4]. Еще одним методом, оказывающим влияние на принятие решения технологических и технических задач, является *метод построения имитационных моделей*. Для визуализации моделей применяют аппарат сетей Петри [27], [28] и метод логических нейронных сетей [29] и др. Оба метода моделирования могут применяться параллельно с другими и модифицироваться.

Производственный процесс работы морского порта можно квалифицировать по трем основным направлениям: технологическое (производство ПРР, обработка ТС, складирование и хранение груза), коммерческое (привлечение груза, заключение договоров, продажа портовых услуг и др.) и таможенное. От таможенного оформления документов зависит скорость прохождения грузов через порт и влияние на такой показатель работы порта, как пропускная способность. Для повышения качества таможенного обслуживания в международной практике применяется механизм «единого окна», позволяющий участникам внешнеэкономической деятельности получать и использовать информацию в электронном виде. Предварительная информация о ТС и перевозимом грузе позволяет планировать работу всех подразделений порта и работу государственных структур, осуществляющих контрольные функции в морском порту, что существенно сокращает время нахождения ТС под обработкой и груза в порту [2], [14], [18], [19], [30]. В порту, управляемом из единого центра, выполняется обработка данных, поступающих от внешних объектов и портовой инфраструктуры. Такой обмен между системами позволяет осуществлять контроль и управление объектами порта, а также прогнозировать вероятность возникновения нештатных ситуаций. Порт, обладающий такой информационной системой, получил название «умный порт» [4].

Обсуждение (Discussion)

Внедрение информационных технологий в морских портах имеет важное значение. Строительство современных портов ведется с учетом установленных требований, а порты, находящиеся в эксплуатации, постепенно переводят на цифровое управление. Основным направлением цифровизации являются элементы инфраструктуры порта (ПТО, автоматизированный контроль на въездных воротах, мониторинг загруженности порта и мест хранения грузовых единиц (последнее относится к контейнерным грузам)). На основе полученных данных формируется оптимальный сменно-суточный план. Определение необходимого количества технических ресурсов и сотрудников способствует оптимизации парка ПТО и штатного расписания сотрудников порта.

¹ Пат. 2703365 Российская Федерация, МПК В65G 65/30, В66С 1/66, В66С 13/46. Способ перегрузки контейнеров / И. В. Зуб, Ю. Е. Ежов, В. Л. Щемелёв; заяв. и патентообл. Государств. ун-т морского и речного флота им. адм. С. О. Макарова. — № 2018145794; заявл. 21.12.2018; опубл. 16.10.2019. Бюл. № 29.

Цифровизация управленческих и технологических процессов оказывает влияние на качество портовых услуг, к которым относятся погрузочно-разгрузочные, складские и транспортно-экспедиторские услуги и операции. При этом под транспортно-экспедиторскими услугами понимается предоставление грузовладельцу дополнительных услуг, связанных с оформлением необходимой транспортной документации и организацией погрузочно-разгрузочных работ.

Частичная, или поэтапная цифровизация элементов инфраструктуры порта, должна оказать влияние на увеличение производительности порта, а не на локальный элемент. Большинство портов, внедряющих информационные технологии, начинают этот процесс с автоматизации входных ворот, что позволяет отслеживать прибытие-убытие груза, транспортных средств. Получая эти данные в реальном режиме времени, портовый оператор имеет информацию о загрузенности порта, количестве ТС находящихся под обработкой, что позволяет планировать загрузенность и в случае необходимости выводить ПТО на техническое обслуживание и ремонт.

Заключение (Conclusion)

Анализ научной литературы показал, что внедрение информационных технологий носит системный характер и неуклонно растет. В первую очередь современные технологии внедряются в портах, где технологические процессы имеют систематический и повторяющийся характер, а также могут быть смоделированы и запрограммированы. Преимущества перехода на цифровое управление портом вполне очевидны, они охватывают всю инфраструктуру порта, включая въездные ворота. Внедрение информационных технологий в портовую структуру начинают с систем управления. Въездные ворота — вторая подсистема порта, подлежащая автоматизации процессов, так как информация позволяет принимать оперативные решения и осуществлять сменно-суточное планирование. Получаемые с въездных ворот порта сведения о прибытии-убытии ТС и груза дают оперативную информацию о загрузенности складских площадей порта, ПТО. Данная информация позволяет принимать решения об управлении ПТР, о возможности вывода ПТО на профилактическое обслуживание (плановый ремонт и техническое обслуживание), привлечения дополнительного объема груза и координировать время прибытия ТС под обработку. Автоматизация ПТО снижает участие человека в процессе ПТР, а также вероятность ошибок, произошедших из-за человеческого фактора, она увеличивает скорость обработки ТС. Время нахождения ТС в порту зависит не только от скорости ПТР, но и от времени оформления транспортных документов. Электронный документооборот и механизм «единого окна» минимизируют время ожидания оформления документации.

Внутрипортовые информационные системы отслеживают место расположения грузовой единицы, время хранения, что уменьшает количество перестановок грузовых единиц, снижая расходы на складскую логистику. Информационное логистическое пространство, созданное на основе автономной логистики с использованием «Интернета вещей» и блокчейна, дает возможность всем участникам процесса синхронизовать взаимодействие друг с другом, в реальном времени обмениваться информацией и получать данные о загрузенности логистической цепочки. Логистический объект, снабженный цифровым идентификатором, выделяет его из общего грузового потока, определяя месторасположение. Анализ данных о загрузенности логистической цепочки и скорости продвижения по ней грузовой единицы способствует принятию решения о выборе оптимально маршрута доставки груза в пункт назначения.

Глобальные информационные системы имеют достаточный резерв возможностей для привлечения грузопотока, обеспечения непрерывного мониторинга груза на маршруте, сокращения времени оформления транспортных и таможенных документов, что в результате способствует увеличению производительности порта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зубков В. В.* Анализ воздействия участников транспортно-обеспечивающих функций на качество предоставления комплексной транспортной услуги и методика определения степени их влияния на

критерии качества / В. В. Зубков, Н. Ф. Сирина // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. — 2019. — № 1 (61). — С. 47–55. DOI: 10.26731/1813–9108.2019.1(61).47–55.

2. Зубков В. В. Совершенствование технологии перевозок грузов в смешанном железнодорожно-водном сообщении / В. В. Зубков, Н. Ф. Сирина // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. — 2019. — Т. 78. — № 5. — С. 284–289. DOI: 10.21780/2223-9731-2019-78-5-289.

3. Козлов П. А. Информационные технологии на транспорте. Современный этап / П. А. Козлов // Транспорт Российской Федерации. — 2007. — № 10(10). — С. 38–41.

4. Бочкарёв П. В. Использование концепции «умный порт» в рамках развития и цифровой трансформации арктической зоны Российской Федерации / П. В. Бочкарёв, И. А. Кузнецов // Информационные технологии и математическое моделирование систем 2020. Труды международной научно-технической конференции. — Одинцово: Центр информационных технологий в проектировании РАН, 2020. — С. 99–108. DOI: 10.36581/CITR.2020.57.10.023.

5. Гринев Н. Н. Цифровая экономика и ее роль в развитии предпринимательства / Н. Н. Гринев, Т. Н. Шушунова, Н. Ю. Николаева // Транспортное дело России. — 2021. — № 1. — С. 32–34.

6. Шмелева Е. С. Перспективы развития морских портов [Электронный ресурс] / Е. С. Шмелева. — Режим доступа: <http://www.morvesti.ru/analitika/1688/89829/> (дата обращения: 16.01.2022).

7. Садыков Э. А. Роль и проблемы морских портовых операторов в реализации внешнеторгового потенциала России / Э. А. Садыков // Транспортное дело России. — 2020. — № 6. — С. 32–37.

8. Алимуратов М. К. Стратегические приоритеты развития структуры грузооборота морских портов России / М. К. Алимуратов, А. С. Горячева, А. Н. Курбацкий // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. — 2021. — Т. 14. — № 4. — С. 97–112. DOI: 10.15838/esc.2021.4.76.6.

9. Notteboom T. Port Economics, Management and Policy / T. Notteboom, A. Pallis, J.-P. Rodrigue. — 1st Edition. — London: Routledge, 2022. — 690 p. DOI: 10.4324/9780429318184.

10. Трегубов В. Н. Реализация автономной логистики на основе технологий интернета вещей и блокчейн / В. Н. Трегубов // Современные информационные технологии и ИТ-образование. — 2019. — Т. 15. — № 3. — С. 782–790. DOI: 10.25559/SITITO.15.201903.782–790.

11. Сидорова Ю. Новый подход в решении проблемы незапланированного изменения маршрута транспорта во время доставки / Ю. Сидорова, С. Ч. Кайа // Современные информационные технологии и ИТ-образование. — 2020 — Т. 16. — № 2. — С. 371–378. DOI: 10.25559/SITITO.16.202002.371–378.

12. Martín-Soberón A. M. Automation in port container terminals / A. M. Martín-Soberón, A. Monfort, R. Sapiña, N. Monterde, D. Caldach // Procedia-Social and Behavioral Sciences. — 2014. — Vol. 160. — Pp. 195–204. DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.12.131.

13. Ежов Ю. Е. Имитационная модель на основе сетей Петри как средство диагностики перегрузочной техники / Ю. Е. Ежов, И. В. Зуб, С. С. Соколов // Речной транспорт (XXI век). — 2016. — № 4 (80). — С. 52–58.

14. Коробкова М. Н. Применение механизма «единого окна» в морских портах в целях повышения качества портовых услуг / М. Н. Коробкова // Ученые записки Санкт-Петербургского имени В. Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии. — 2017. — № 2 (62). — С. 37–41.

15. Деружинский В. Е. Актуальные аспекты автоматизации и роботизации погрузо-разгрузочных и транспортно-складских операций / В. Е. Деружинский, А. П. Шрамко, Н. Е. Мальцева // Эксплуатация морского транспорта. — 2016. — № 4 (81). — С. 13–29.

16. Хайбуллина Э. Э. Применение современных информационных технологий в транспортной логистике и их влияние на эффективность грузоперевозок / Э. Э. Хайбуллина, О. И. Мазуренко, И. В. Русинов // Транспортное дело России. — 2021. — № 1. — С. 130–134.

17. Шмелева Е. С. Проблемы развития российских контейнерных перевозок в рамках цифровой парадигмы / Е. С. Шмелева // Экономический вектор. — 2021. — № 2 (25). — С. 32–38. DOI: 10.36807/2411-7269-2021-2-25-32-38.

18. Королева Е. А. Цифровизация морских портов как ключевого субъекта транспортного хозяйства / Е. А. Королева, И. В. Черепанов, Е. В. Филатова // Транспортное дело России. — 2020. — № 1. — С. 163–168.

19. Жохова В. В. Значение цифровых технологий в логистике морских портов / В. В. Жохова, А. Р. Блюдик // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. — 2021. — Т. 11. — № 5. — С. 116–133. DOI: 10.21869/2223-1552-2021-11-5-116-133.

20. Bryfors U. Embracing automation / U. Bryfors // Port technology. — 2014. — Edition 61. — Pp. 36–39.

21. Зуб И. В. Информационные технологии повышения эффективности управления контейнерным терминалом / И. В. Зуб // Эксплуатация морского транспорта. — 2009. — № 3 (57). — С. 6–9.
22. Козлов П. А. Проблема организации единой транспортной системы / П. А. Козлов, Н. А. Тушин, В. С. Колокольников // Современные информационные технологии и ИТ-образование. — 2018. — Т. 14. — № 3. — С. 748–755. DOI: 10.25559/SITITO.14.201803.748–755.
23. Bell M. G. H. Container Port Automation / M. G. H. Bell // International Encyclopedia of Transportation. — Elsevier, 2021. — Pp. 323–326. DOI: 10.1016/B978-0-08-102671-7.10263-5.
24. Morton R. Digital transformation: real results/ R. Morton // Port technology. — 2021. — Edition 106. — Pp. 3–5.
25. Синельников Е. В. Вопросы модернизации транспортно-логистической системы порта / Е. В. Синельников, М. С. Турпищева // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. — 2019. — № 1. — С. 127–132. DOI: 10.24143/2073-1574-2019-1-127-13.2
26. Зуб И. В. Позиционирование спредера относительно контейнера с применением ультразвуковых датчиков / И. В. Зуб, Ю. Е. Ежов, В. Л. Щемелёв // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2018. — Т. 10. — № 1. — С. 30–38. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-1-30-38.
27. Зуб И. В. Моделирование функционирования транспортного терминала вложенными сетями Петри / И. В. Зуб, Ю. Е. Ежов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2016. — № 2 (36). — С. 41–48. DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-2-41-48.
28. Zub I. V. Simulation model of situational control of transshipment machinery fleet / I. Zub, Yu. Ezhov, V. Shchemelev // E3S Web of Conferences. — EDP Sciences, 2019. — Vol. 135. — Pp. 02028. DOI: 10.1051/e3s-conf/201913502028.
29. Барский А. Б. Нейросетевые технологии на транспорте / А. Б. Барский // Мир транспорта. — 2011. — Т. 9. — № 2 (35). — С. 4–11.
30. Антонова Е. И. Проблемы использования технологии предварительного информирования в морских пунктах пропуска / Е. И. Антонова, Т. И. Белоусова // Современные информационные технологии и ИТ-образование. — 2017. — Т. 13. — № 4. — С. 180–187. DOI: 10.25559/SITITO.2017.4.414.

REFERENCES

1. Zubkov, V. V., and N. F. Sirina. “Analysis of the impact of participants of transport-supporting functions on the quality of delivering integrated transport services and the technique of determining the degree of their influence on the quality criteria.” *Modern technologies. System analysis. Modeling* 1(61) (2019): 47–55.
2. Zubkov, Valeriy V., and Nina F. Sirina. “Improvement of freight transportation technology in the multimodal railway-water transport.” *Railway Research Institute Bulletin* 78.5 (2019): 284–289. DOI: 10.21780/2223-9731-2019-78-5-289.
3. Kozlov, P. A. “Informatsionnye tekhnologii na transporte. Sovremenniy etap.” *Transport of Russian Federation* 10(10) (2007): 38–41.
4. Bochkarev, P. V., and I. A. Kuznetsov. “Ispol’zovanie kontseptsii «umnyi port» v ramkakh razvitiya i tsifrovoy trans-formatsii arkticheskoi zony Rossiiskoi Federatsii.” *Informatsionnye tekhnologii i matematicheskoe modelirovanie sistem 2020. Trudy mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii*. Odintsovo: Tsentr informatsionnykh tekhnologii v proektirovanii Rossiiskoi akademii nauk, 2020. 99–108. DOI:10.36581/CITP.2020.57.10.023.
5. Grinev, N., T. Shushunova, and N. Nikolaeva. “Digital economy and its role in the development of entrepreneurship.” *Transport business of Russia* 1 (2021): 32–34.
6. Shmeleva, E. S. “Perspektivy razvitiya morskikh portov.” Web. 16 Jan. 2022 <<http://www.morvesti.ru/analitika/1688/89829/>>.
7. Sadykov, E. “Role and problems of marine port operators in realizing Russia’s foreign trade potential.” *Transport business of Russia* 6 (2020): 32–37.
8. Alimuradov, Murad K., Anastasiya S. Goryacheva, and Aleksei N. Kurbatskiy. “Strategic priorities for the Russian seaports cargo turnover structure development.” *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast* 14.4 (2021): 97–112. DOI: 10.15838/esc.2021.4.76.6.
9. Notteboom, Theo, Athanasios Pallis, and Jean-Paul Rodrigue. *Port Economics, Management and Policy*. 1st Edition. London: Routledge, 2022. DOI: 10.4324/9780429318184.

10. Tregubov, Vladimir N. "Implementation of the internet of things and blockchain technologies in autonomous logistics." *Modern Information Technologies and IT-education* 15.3 (2019): 782–790.
11. Sidorova, Julia, Sai Chandana Kaja. "A New Approach for Solving the Disruption in Vehicle Routing Problem during Delivery." *Modern Information Technologies and IT-education* 16.2 (2020): 371–378. DOI: 10.25559/SITITO.16.202002.371–378.
12. Martín-Soberón, Ana María, Arturo Monfort, Rafael Sapiña, Noemí Monterde, and David Caldach. "Automation in port container terminals." *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 160 (2014): 195–204. DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.12.131.
13. Ezhov, Yu. E., I. V. Zub, and S. S. Sokolov. "Imitatsionnaya model' na osnove setei Petri kak sredstvo diagnostiki peregruzochnoi tekhniki." *River Transport (21st century)* 4(80) (2016): 52–58.
14. Korobkova, Marina N. "Application of the "single window" mechanism in sea ports to improve the quality of port services." *Uchenye zapiski Sankt-Peterburgskogo imeni V. B. Bobkova filiala Rossiiskoi tamozhennoi akademii* 2(62) (2017): 37–41.
15. Deruzhinsky, V. E., A. P. Shramko, and N. E. Maltseva. "Actual aspects of automation and robotization of loading and unloading, transport and storage operations." *Ekspluatatsiya morskogo transporta* 4(81) (2016): 13–29.
16. Khaibullina, E., O. Mazurenko, and I. Rusinov. "The use of modern information technologies in transport logistics and its impact on the efficiency of transportation of goods." *Transport business of Russia* 1 (2021): 130–134.
17. Shmeleva, E. S. "Problems of development of Russian container transportation within the digital paradigm." *Economic Vector* 2(25) (2021): 32–38. DOI: 10.36807/2411-7269-2021-2-25-32-38.
18. Koroleva, E., I. Cherepanov, and E. Filatova. "Digitalization of seaports as a key subject of the transport space." *Transport business of Russia* 1 (2020): 163–168.
19. Zhokhova, Valentina V., and Angelina R. Bluydik. "The importance of digital technologies in the logistics of seaports." *Proceedings of South-West State University. Series Economy. Sociology. Management* 11.5 (2021): 116–133. DOI: 10.21869/2223-1552-2021-11-5-116-133.
20. Bryfors, U. "Embracing automation." *Port technology* 61 (2014): 36–39.
21. Zub, I. V. "Informatsionnye tekhnologii povysheniya effektivnosti upravleniya konteinernym terminalom." *Ekspluatatsiya morskogo transporta* 3(57) (2009): 6–9.
22. Kozlov, Pyotr A., Nikolay A. Tushin, and Vitaliy S. Kolokolnikov. "Problem of common transport system organization." *Modern Information Technologies and IT-education* 14.3 (2018): 748–755. DOI: 10.25559/SITITO.14.201803.748–755.
23. Bell, Michael G. H. "Container Port Automation." *International Encyclopedia of Transportation*. Elsevier, 2021. 323–326. DOI: 10.1016/B978-0-08-102671-7.10263-5.
24. Morton, Richard. "Digital transformation: real results." *Port technology* 106 (2021): 3–5.
25. Sinelshchikov, Evgeny Vladimirovich, and Marina Semenovna Turpishcheva. "Aspects of modernisation of the transport-logistic system of the port." *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine engineering and technologies* 1 (2019): 127–132. DOI: 10.24143/2073-1574-2019-1-127-132.
26. Zub, Igor V., Yurii E. Ezhov, and Viktor L. Shchemelev. "The positioning of the spreader relative to the container using ultrasonic sensors." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 10.1 (2018): 30–38. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-1-30-38.
27. Zub, Igor Vasilevich, and Yyri Evgenevich Ezhov. "Modeling of functioning of the transport terminal nested petri nets." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 2(36) (2016): 41–48. DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-2-41-48.
28. Zub, Igor, Yuriy Ezhov, and Viktor Shchemelev. "Simulation model of situational control of transshipment machinery fleet." *E3S Web of Conferences*. Vol. 135. EDP Sciences, 2019. DOI: 10.1051/e3sconf/201913502028.
29. Barsky, Arkady B. "Neural network technology for transport." *World of Transport* 9.2(35) (2011): 4–11.
30. Antonova, Elena I., and Tatiana I. Belousova. "Problems of use of preliminary information technology in maritime passes." *Modern Information Technologies and IT-education* 13.4 (2017): 180–187. DOI: 10.25559/SITITO.2017.4.414.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Зуб Игорь Васильевич —

кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: zubiv@gumrf.ru

Ежов Юрий Евгеньевич —

кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: ezhovye@gumrf.ru

Анголенко Татьяна Сергеевна —

менеджер отдела обслуживания клиентов
ООО «Русмарин-Лоджистик»
198097, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Трефолева, д. 2, литер Б
e-mail: tangolenko@rusmarine.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Zub, Igor V. —

PhD, associate professor
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
Russian Federation
e-mail: zubiv@gumrf.ru

Ezhov, Yurii E. —

PhD, associate professor
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
Russian Federation
e-mail: ezhovye@gumrf.ru

Angolenko, Tatjana S. —

Manager of the customers service department
Rusmarine-Logistic, Ltd.
2/B Trefoleva Str., St. Petersburg, 198097,
Russian Federation
e-mail: tangolenko@rusmarine.ru

*Статья поступила в редакцию 4 февраля 2022 г.
Received: February 4, 2022.*