

УДК 656.029.4

DOI:10.37890/jwt.vi70.233

## **Проблемы цифровизации внутреннего водного транспорта**

**И.И. Ганчерёнок<sup>1</sup>**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3537-390X>

**Н.Н. Горбачёв<sup>2</sup>**

**А.О. Ничипорук<sup>3</sup>**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7763-2829>

**Н.Е. Шумовская<sup>4</sup>**

**О.А. Харченко<sup>4</sup>**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6274-7914>

<sup>1</sup> *Белорусско-Узбекский институт прикладных технических квалификаций, Минск, Республика Беларусь*

<sup>2</sup> *Академия управления при Президенте Республики Беларусь, Минск, Республика Беларусь*

<sup>3</sup> *Волжский государственный университет водного транспорта*

<sup>4</sup> *Каспийский институт морского и речного транспорта имени генерал-адмирала Ф.М. Апраксина – филиал Волжского государственного университета водного транспорта, Астрахань, Россия*

**Аннотация.** В статье определены основные направления формирования цифровой платформы и ключевые принципы целеполагания внедрения цифровизации применительно ко внутреннему водному транспорту. Предлагается системный подход к анализу проблем цифровизации внутреннего водного транспорта, включая комплекс графических и матричных моделей, характеризующих данную подотрасль транспорта и логистики. Рассмотрены и обозначены основные компоненты концепции «Умный внутренний водный транспорт». С учетом этого сформулированы перспективные направления развития информационно-телекоммуникационных и интеллектуальных сервисов для внутреннего водного транспорта. Также выполнен SWOT-анализ цифровизации отрасли, в результате которого предложены стратегии менеджмента на внутреннем водном транспорте с учетом выявленных сильных и слабых сторон, возможностей и угроз. В заключительной части работы рассмотрены базовые аспекты внедрения активных информационных систем при цифровизации ВВТ, структура таких систем и проблемы их создания и функционирования. Представленные модели, решения и рекомендации позволяют охарактеризовать и визуализировать проблематику формирования «сквозных» технологий внутреннего водного транспорта как части проблем цифровой экономики, наметить направления интеграции информационных ресурсов и подходы к «расширенным» организациям, включающим всех заинтересованных в реализации соответствующих транспортных услуг.

**Ключевые слова:** цифровая экономика, внутренний водный транспорт, цифровизация, системный анализ, графические модели, математические модели, «сквозные» технологии, интегрированные информационные ресурсы, «расширенные» организации.

## **Problems of digitalization of inland water transport**

**Igor I. Hancharonak<sup>1</sup>**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3537-390X>

**Nikolai N. Gorbachyov<sup>2</sup>**

**Andrey O. Nichiporuk<sup>3</sup>**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7763-2829>

**Natalia E. Shumovskaya**<sup>4</sup>

**Olga A. Kharchenko**<sup>4</sup>

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6274-7914>

<sup>1</sup>*Belarus-Uzbek Intersectoral Institute of Applied Technical Qualifications, Minsk, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*Academy of Public Administration under the Aegis of the President of the Republic of Belarus, Minsk, Republic of Belarus*

<sup>3</sup>*Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia*

<sup>4</sup>*Caspian Institute of Sea and River Transport named after General-Admiral F.M. Apraksin – the affiliation of the Volga State University of Water Transport, Astrakhan, Russia*

**Abstract.** The article defines the main directions for the formation of a digital platform and the key principles of the goal-setting for implementing digitalization in relation to inland water transport. A systematic approach to the analysis of the problems of digitalization of inland waterway transport is proposed, including a set of graphic and matrix models characterizing this sub-sector of transport and logistics. The main components of the concept "Smart inland water transport" are considered and outlined. With this in mind, promising directions for the development of information, telecommunication and intellectual services for inland water transport have been formulated. A SWOT analysis of the digitalization of the industry was also carried out, as a result of which management strategies for inland water transport were proposed, taking into account the identified advantages and disadvantages, opportunities and threats. In the final part of the paper the basic aspects of introduction of active information systems in the process of inland water transport digitalization, structure of such systems and problems of their creation and functioning are considered. The presented models allow us to characterize and visualize the problems of the formation of "end-to-end" technologies of inland water transport, as part of the problems of the digital economy, to outline the directions of information resources integration and approaches to "expanded" organizations, including all those interested in the implementation of relevant transport services.

**Keywords:** digital economy, inland water transport, digitalization, system analysis, graphic models, mathematical models, "end-to-end" technologies, integrated information resources, "expanded" organizations.

### **Введение**

Высокотехнологичные транспортные и логистические системы, обеспеченные высококвалифицированными кадрами, инновационные системы управления являются сегодня ключевыми факторами в повышении экономической конкурентоспособности государств [1-3]. При этом главной целью модернизации транспортной сферы в информационном обществе является его интеллектуализация, формирование энтропата – совокупности долговременных партнёрских отношений со всеми «заинтересованными сторонами» – на основе обеспечения устойчивой мобильности и оперативности всех взаимодействующих компонентов, создания высокоэффективной транспортно-логистической системы, организации качественной, надёжной транспортной инфраструктуры, поддержки высокого уровня «сквозных» технологий и компетентности трудовых ресурсов [4-8]. Несмотря на конкуренцию в этой сфере важно развитие и поддержка доверенного пространства, базирующегося на технологиях электронного обмена данными (EDI) (включая соответствующие стандарты и организационные структуры), системах цифровой навигации и картографии, единой системы идентификации и прослеживаемости продукции и услуг.

Для обеспечения эффективного и надежного взаимодействия всех отраслевых контрагентов на транспорте необходимым условием является формирование цифровой платформы, способной объединить все сервисы и информационные ресурсы (ИР), будучи своеобразным посредником для всех участников транспортного процесса в доступе к упомянутым ресурсам по принципу «единого окна». Естественно, система должна поддерживать EDI, включая документарное оформление перевозок и юридическую значимость задокументированных данных. Также данная платформа должна исключать приватизацию транспортных данных и гарантировать недискриминационный доступ к ним всех стейкхолдеров, что позволяет сохранить национальный контроль над информационными потоками в транспортном комплексе.

Анализ содержательных аспектов целеполагания указанного комплекса и его целенаправленности позволяет определить факторы и параметры, влияющие на цифровизацию и его внешнюю среду (желательно в виде энтропата, то есть той её части, которая становится благоприятным, управляемым и предсказуемым окружением, защищающим комплекс от неблагоприятных внешних воздействий). Здесь определяющими направлениями будут выступать:

- повышение транзитной привлекательности конкретной страны и расширение её транзитного потенциала на основе национальных и международных транспортных коридоров;
- привлечение международных транспортно-логистических компаний в региональные и национальные транспортные хабы;
- развитие «сквозных» мультимодальных транспортно-логистических технологий;
- формирование «расширенных» транспортных и логистических организаций, обеспечивающих целостный комплекс транспортно-логистических услуг.

Применительно к речному транспорту процесс целеполагания должен базироваться на следующих ключевых принципах [9-11]:

- обеспечение условий, поощряющих перераспределение и переключение грузопотоков, в настоящее время осваиваемых наземными видами транспорта, на перевозки внутренним водным транспортом, что необходимо для сбалансированного развития транспортной системы страны;
- создание предпосылок для роста конкурентоспособности речного транспорта по сравнению с другими видами транспорта;
- повышение доступности и качества услуг внутреннего водного транспорта для грузоотправителей;
- обеспечение выполнения внутренним водным транспортом пассажирских перевозок с необходимым уровнем качества и эффективности;
- повышение уровня безопасности, экологичности внутреннего водного транспорта по сравнению с другими видами транспорта, прежде всего, конкурирующими (автомобильным и железнодорожным).

### **1. Системность цифровизации**

Широкое использование комплекса традиционных и цифровых сервисов внутреннего водного транспорта (ВВТ) на основе мероприятий, нацеленных на реставрацию и модернизацию воднотранспортной инфраструктуры, экономических и организационных мер государственной поддержки и развития перевозок речным

транспортом, позволит обеспечить сбалансированность развития национальной транспортной системы, разгрузку других секторов транспортной отрасли в период пиковых нагрузок, приходящихся на навигационный период, переключение части грузопотоков массовых грузов с перегруженных участков транспортных коридоров, оптимизацию транспортно-логистических схем доставки, повышение доступности транспортных услуг и сервисов в районах Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока (где нередко использование ВВТ является безальтернативным и жизнеобеспечивающим), а также рост транзитного потенциала поставок и сокращение технологических сроков.

Системный подход к цифровизации внутреннего водного транспорта предполагает потребность в адекватном моделировании этой системы с соответствующим уровнем детализации, обеспечивающим её эффективную интерпретацию.

Моделирование цифровизации ВВТ целесообразно начать с простейшей модели системы – модели «чёрный ящик». Она представлена на рис. 1 и характеризует целевую функцию системы, её входы, выходы.



Рис. 1. Пример модели «чёрный ящик» цифровизированного ВВТ

В процессе цифровизации входные и выходные информационные потоки должны предусматривать либо интеграцию информационных ресурсов источников информации, либо обеспечивать их совместимость.

Переход к модели «белый ящик» в первую очередь подразумевает трансформацию целевой функции системы в дерево целей, где на первом уровне детализации могут быть представлены как подцели структурных элементов ВВТ (рис. 2), так и подцели процесса цифровизации ВВТ (рис.3). Вариативность построения дерева целей определяется различными потребностями наблюдателя, то есть пользователя (заказчика) указанной модели. Конкретизация целеполагания позволяет нам рассматривать переход к построению деревьев проблем, задач и решений.



Рис. 2. Фрагмент дерева целей цифровизированного ВВТ

## 2. Интеллектуализация ВВТ

Стабильное повышение конкурентоспособности ВВТ предполагает интенсификацию работы над внедрением в отрасли цифровой и интеллектуальной составляющих в рамках процессов «умного судоходства». Информационные ресурсы становятся главным центром создания «ценностей», они интегрируют новые потоки «ценностей» и одним из источников сервисов и услуг.

Схема формирования понятия «умный внутренний водный транспорт» приведена на рис. 4 и включает следующие компоненты:

- «умные суда» – обладают интеллектуальными датчиками, используют IoT-технологии и автоматизированные системы, оперирующие в интегрированном информационном пространстве, которые позволяют оптимизировать ключевые функции судна (навигацию, расход топлива, планирование в реальном времени, ремонт, загрузку и другие);
- «умный порт» – обеспечивает взаимодействие «умных судов» с «умными» береговыми объектами (причалы, склады и другие), безопасность в акватории порта, сохранность грузов;
- «умная инфраструктура» – обеспечивает поддержку и снабжение «умных судов» береговыми объектами, управление водными путями и на водных путях, транспортные коридоры позволяют эффективно управлять движением;
- «умный водный путь» – характеризует постоянный мониторинг и поддержание эффективности водных путей;
- «умная связь» – ориентирована на перевод в цифровой формат и документирование контактов между судами, берегом и третьей стороной (государственными органами), обеспечив «умный», бесперебойный и гибкий процесс коммуникации в соответствии со стандартизированными на международном уровне процедурами;
- «умная навигация» – обеспечивает пространственное позиционирование судов;
- «умный ремонт» – реализует IoT-профилактику, управление запасной комплектацией, планированием различных видов ремонтов;
- «умные технологии» – решают проблемы временной и пространственной совместимости «сквозных» производственных технологий;

– «умные правила» – охватывают нормативами и регламентами три остальные сферы: «умные суда – инфраструктура – связь».



Рис. 3 Фрагмент дерева целей цифровизированного ВВТ



Рис. 4. Схема концепции «Умный ВВТ»

В ближайшие годы в связи и с учётом пандемии будет инициироваться активизация процесса разработки «умных судов», а также интеллектуализации других технологических решений на ВВТ. Современные технологии позволяют судам

выполнять все большее число задач. «Умное судоходство» кардинально меняет характер задач судоводителей, администраций водных путей, персонала водного транспорта и береговых объектов.

Исходя из этих посылок, следует обеспечить системность и интеллектуализацию создания и ведения нормативно-правовой базы с учётом развития цифровизации и использования перспективных технологий и сервисов.

В случае судоходства по трансграничным рекам и международным водным путям особую важность приобретают мультилингвистичность систем, международная координация и согласованные усилия.

При оценке перспектив «интеллектуализации» ВВТ следует учитывать следующие положения:

- она должна обеспечивать максимальную безопасность сети внутренних водных путей;
- это направление должно оказывать поддержку цифровой экономике за счет привлечения новых грузопотоков во внутреннее судоходство;
- умное судоходство должно поддерживать мультимодальность и мультилингвистичность логистики;
- умные суда должны способствовать увеличению доли внутреннего водного транспорта в «сквозных» транспортных технологиях.
- В числе перспектив развития информационно-телекоммуникационных и интеллектуальных сервисов для ВВТ можно указать [8, 10, 12-13]:
- создание систем отслеживания грузов, обеспечивающих автоматизацию формирования очередности получения услуг и сервисов в транспортных узлах и транспортных коридорах (речных портах, на внутренних водных путях);
- поддержка доступа судоводителей и других заинтересованных субъектов к цифровому картографическому обеспечению (включая специальные и тематические картматериалы) на внутренних водных путях в оперативном режиме, близком к реальному времени;
- мониторинг (включая видеомониторинг) и управление прохождением водных транспортных средств по контролируемым участкам водного пути с использованием активных идентификационных меток и активных информационных систем;
- передача информации систем высокоточного позиционирования, систем единого времени, управления движением на бортовые устройства подключенных транспортных средств;
- резервные каналы передачи информации об ограничениях движения на участках водного пути на бортовые устройства водных транспортных средств.

Дальнейшее графическое моделирование цифровизации ВВТ базируется в статике: на функциональных и технологических моделях в нотациях стандартов IDEF0 (причём здесь разрабатываются модели «КАК ЕСТЬ» и «КАК ДОЛЖНО БЫТЬ») и IDEF3, а также моделях потоков данных в нотациях DFD. В динамике моделирование можно ориентировать на инструментарий BPMN или современные сценарные методы [14, 15].

### **3. SWOT-анализ цифровизации ВВТ**

При использовании внутренних водных путей, в том числе в рамках международных транспортных коридоров и в условиях устойчивого развития, целесообразно использовать для объективной оценки их стабильного функционирования матрицы SWOT-анализа, который позволяет прогнозировать направления позитивного развития, узкие места, выгоды и риски.

В качестве неотъемлемых частей SWOT-анализа можно назвать внутренний аудит организации и аудит внешней среды. Их проведение предполагает использование соответствующих информационно-программных комплексов (например, «SWOT-анализ online» <https://www.masterplans.ru/swot-analysis.html>), которые позволяют автоматизировать рутинные процедуры, провести анализ технически грамотно и получить профессионально оформленные результаты. Затем проводится генерирование стратегий и определение набора тактических действий, используя матрицы стратегий:

- силы – возможности (SO)
- силы – угрозы (ST)
- слабости – возможности (WO)
- слабости – угрозы (WT)

Стратегии SO – это стратегии максимизации (maxi-maxi), то есть необходимо максимально использовать сильные стороны системы и имеющиеся возможности. Стратегии ST (maxi-mini) имеют своей целью минимизировать угрозы за счет использования сильных сторон. Стратегии WO (mini-maxi) направлены на то, чтобы слабые стороны не помешали реализовать имеющиеся возможности. Стратегии WT (mini-mini) ориентируются на минимизацию влияния слабых стороны на реализацию существующих угроз.

Затем разрабатывается комплекс матриц анализа использования сильных сторон и предоставляемых возможностей, компенсации слабых сторон и исключения угроз. При этом ведётся экспертная оценка соответствующих рейтингов и вероятностей. Например, влияние возможности интеграции ВВТ в мировую экономику будет высоким, но вероятность этого окажется средней, возможность диверсификации номенклатуры производимой продукции, ориентированной на экспорт, будет умеренной, но вероятность такого направления окажется высокой.

Заключительный этап SWOT-анализа характеризуется формулировкой основных стратегий менеджмента ВВТ (например, в виде стратегических карт и соответствующей системы сбалансированных показателей) на основании результатов анализа представленных выше матриц.

Стратегические возможности, на реализацию которых могут понадобиться значительные ресурсы, а также угрозы с высокой вероятностью, требующие существенного внимания и постоянного мониторинга, относятся к основным управленческим приоритетам. Они должны находиться под постоянным контролем руководства отрасли в рамках соответствующих активных информационных систем и персональных ситуационно-аналитических центров, которые обеспечивают реальную локализацию, идентификацию и документирование проблемных ситуаций, формирование её документационной оболочки и формируют необходимые предложения для принятия решений.

#### **4. Активные информационные системы для ВВТ**

Применительно к ВВТ современные перспективные информационно-коммуникационные технологии проявляются в дальнейшей его интеллектуализации, формировании «сквозных» решений и интеграции информационных ресурсов. Разработка и строительство автономных (роботизированных) надводных и подводных транспортных средств, а также интеллектуализация водных магистралей и портового хозяйства ориентирует речные информационные системы на работу в активном режиме.

Рассмотрим базовые аспекты внедрения активных информационных систем при цифровизации ВВТ. Основой этих процессов будет «умное судно», что подразумевает возможность цифрового контроля и управления всеми существенными конструктивными элементами и процессами на судне на основе «Интернета вещей», единого информационного пространства, «сквозных» и коммуникационных технологий. Для этого необходимо провести цифровую трансформацию судового оборудования и обеспечить его способность подключаться к цифровой среде судна и портовой инфраструктуре. Следующим немаловажным аспектом представляется цифровизация операционной деятельности ВВТ. Это повысит эффективность повседневной эксплуатации судна за счёт возможности его представления в виде «цифрового двойника» и рассмотрения в виртуальном или дополненном пространстве. Тогда текущее состояние его контролируемых параметров (наличие и расход топлива, временной ресурс до очередного техобслуживания, наличие ресурсов и запчастей и др.) будет доступно дистанционно в формате цифровой модели, сигналов и сообщений. Считается, что внешняя среда «умного судна» также подвергнется цифровой трансформации, и судовладелец и другие заинтересованные лица также смогут получать из единого информационного пространства необходимые сведения. Вся эта информация, обработанная самообучаемым искусственным интеллектом, с одной стороны, поможет в подготовке принятия оптимальных эксплуатационных решений (выбор курса, маршрута движения, состава груза и других), а с другой – инициирует (при необходимости) сбор дополнительных данных, их обработку, тиражирование полученной информации. Такого рода технологии характерны для активных информационных систем.

Анализ проблемных ситуаций (ПС), решаемых в отрасли ВВТ, показывает, что сценарии работы с ними связаны с постоянным сканированием пространства состояний объектов управления и мониторинга параметров с точки зрения отклонений значений, наличия возмущающих воздействий либо локализации и идентификации ПС как совокупности отклонений и возмущений в системе. Таким образом, требуется режим постоянного автоматического сканирования и мониторинга связанных информационных пространств и поиск сочетаний значений данных, подпадающих под конкретные модели ПС. Для этого важны регулярные обновления баз данных и пополнение хранилищ данных, непрерывный доступ к электронным услугам, информационным сервисам и ресурсам, связанным с конкретной предметной областью.

Проблемы локализации и мониторинга ПС связаны главным образом с использованием различных видов информационных ресурсов, участвующих в подготовке принятия решений, что предполагает использование комплекса программных средств мониторинга источников информации и анализа получаемых сведений. В данном случае можно выделить следующие группы программ:

Парсеры (мониторинг информационного пространства и получение ИР в исходном виде, выборка актуальных ИР и приведение их к единому формату, компоновка результата в один или несколько файлов).

Анализа текста (получения смыслового образа текста в терминах ключевых слов и их смысловых отношений, выявления семантической структуры текста, смыслового поиска, автоматического реферирования, кластеризации информации, автоматической индексации текста с преобразованием в гипертекст);

Языки запросов и информационно-поисковые языки (учёт контекстных и семантических тонкостей сложных поисковых задач).

Распознавание образов (выделение объектов в видеопотоке).

Видеомониторинг (сопоставление изображения с базой данных).

Управления мониторингом информационного пространства на основе анализа метаданных информационных ресурсов, ограничений (например, пространственно-временных, финансовых и прочих), нормативов, регламентов и правил.

Вместе с тем управление информационными системами должно включать в себя и элементы автоматического или адаптивного управления, когда ответ на запрос может инициировать генерацию других запросов или сигналов запуска для решения функциональных задач (а возможно и технологических процессов). Такого рода информационные системы, имеющие в своём составе интеллектуальную составляющую, называются активными. Под Активными Информационными Системами (АкИС) мы будем понимать компьютерную информационную систему, отличающуюся от прочих следующим свойством: она не только является программно-техническим комплексом, действующим по установленному алгоритму, но и формирует собственное операционное и технологическое пространство в зависимости от контекста состояния окружающей среды (включая формируемые сети влияния и доверия) [16]. Операционное и технологическое пространство АкИС базируется на ассоциативно-понятийном пространстве (АПП) её компонентов, показанных на рис. 5.



Рис. 5. Структура АкИС

Основное отличие АПП от других информационных пространств состоит в том, что оно является самоописываемым и генерирующим свои метаданные. При этом не только задаются основные отношения между именованными объектами АПП, но и

предлагаются операции их отображения (алгебраические, логические, топологические и другие) в зависимости от принятого аппарата моделирования, измерения или оценивания. Эти операции могут быть рассмотрены как в рамках существующей, так и дополненной реальности с трансляцией и визуализацией промежуточных и окончательных результатов в другие информационные пространства [3].

АкИС формирует собственное операционное и технологическое пространство в зависимости от контекста состояния окружающей среды (предметной области), включая реальные и виртуальные сети влияния и доверия. Операционное и технологическое пространство АкИС базируется на АПП её компонентов (включая репозиторий чрезвычайных ситуаций). Здесь следует отметить, что АкИС в ВВТ должна реагировать на весь спектр чрезвычайных ситуаций: от природных и техногенных до экономических и экологических. При этом реакция должна быть отработанная и всеобъемлющая, затрагивающая всех заинтересованных и их информационные системы и ресурсы.

В рамках ВВТ применение АкИС направлено на управление ситуационной обстановкой на водных путях и в портах (особенно при формировании и прохождении караванов судов, управлении погрузочно-разгрузочными работами и др.). Высокая динамичность ситуаций и широкий спектр внешних воздействий характеризуют важность автоматической активизации управленческих решений и информационного реагирования, включая и процессы управления в реальном времени.

### **Заключение**

Цифровизированные системы транспорта и логистики, обеспеченные перспективными высококвалифицированными кадрами, инновационные системы управления выступают в настоящий момент как стержневые факторы в обеспечении конкурентоспособности государств. При этом узловой целью реинжиниринга транспортной сферы в информационном обществе является его интеллектуализация, поддержка гомеостазиса (устойчивого развития) и формирование энтропата – совокупности долговременных партнёрских отношений со всеми заинтересованными (внешним окружением). С учётом конкуренции в этой сфере, тем не менее, важны развитие и поддержка цифрового доверенного пространства, базирующегося на технологиях электронного обмена данными (EDI) (включая соответствующие стандарты и организационные структуры), системах цифровой навигации и картографии, единой системе идентификации и прослеживаемости продукции и услуг.

В числе направлений дальнейшего развития информационно-телекоммуникационных сервисов на ВВТ можно определить:

- а) создание систем контроля перемещений грузов, включая автоматизацию формирования очередей в транспортных узлах и на пограничных переходах, и в первую очередь в речных портах, а также на внутренних водных путях;
- б) предоставление судоводителям и другим заинтересованным лицам доступа к цифровому картографическому обеспечению на внутренних водных путях в высокоскоростном режиме, близком к реальному времени;
- с) обеспечение слежения (включая видеомониторинг) и управления прохождением водных транспортных средств по контролируемым участкам водного пути с использованием активных идентификационных RFID-меток;

d) передача информации от систем спутникового позиционирования, систем единого времени, систем управления движением на бортовые устройства подключенных транспортных средств;

e) обеспечение резервных каналов передачи информации о наличии ограничения движения на участках водного пути на бортовые устройства водных транспортных средств.

В целом можно отметить, что системная цифровизация ВВТ поддерживает эффективность всего транспортно-логистического комплекса, а в рамках интеграции информационных пространств, реализации «сквозных» технологий (производственных и инфраструктурных), а также формирования «расширенных» организаций и эффективность других взаимодействующих с ВВТ отраслей. Используя цифровизацию своей деятельности, судоходные компании, порты и верфи сокращают операционные расходы, обеспечивают значительное снижение материальных, финансовых и трудовых расходов, автоматизируют и роботизируют производственные процессы и, как итог, повышают эффективность и прибыльность своей деятельности.

#### Список литературы

1. Ганчеренок И., Горбачев Н. Глобализация 4.0. Ответ системы образования. Mauritius: Palmarium Academic Publishing, 2019. 112 с.
2. Ганчерёнок И.И., Горбачёв Н.Н., Вильданова Л.А., Темирова Ф.С. Кадровое обеспечение цифровой трансформации: кадры или таланты // Экономика, управление, право, образование в XXI веке: проблемы, тенденции и перспективы развития. Материалы VI Международной научно-практической конференции, 30 апреля 2020 г. / отв. ред. И.А. Тихонова, А.А. Цепенко; ф-л Моск. ун-та им. С.Ю. Витте в г. Рязани [Электронное издание]. М.: Изд. ЧОУВО «МУ им. С.Ю. Витте», 2020. С. 5-20.
3. Ганчерёнок И.И., Горбачёв Н.Н. Нелинейное управление. Ситуационный анализ. Mauritius: Palmarium Academic Publishing, 2019. 381 с.
4. Giannopoulos G., Mitsakis E., Salanova J.M. Overview of Intelligent Transport Systems (ITS) developments in and across transport modes, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2012, 34 p. doi:10.2788/12881
5. Jain A., Van der Heijden R., Marchau V., Bruckmann D. Towards Rail-Road Online Exchange Platforms in EU-Freight Transportation Markets: An Analysis of Matching Supply and Demand in Multimodal Services, Sustainability, 2020, Vol. 12. doi:10.3390/su122410321
6. Jarašūnienė A., Batarlienė N., Vaičiūtė K. Application and Management of Information Technologies in Multimodal Transportation, Procedia Engineering, 2016, Vol. 134, pp. 309-315. doi:10.1016/j.proeng.2016.01.012
7. Niculescu M.C., Minea M. Developing a single window integrated platform for multimodal transport management and logistics, Transportation Research Procedia, 2016, Vol. 14, pp. 1453-1462. doi:10.1016/j.trpro.2016.05.219
8. Tavasszy L. Innovation and technology in multimodal supply chains, International Transport Forum Discussion Paper, 2021, No. 2018-18, doi:10.1787/52a6bc82-en
9. Bobrova V., Berezhnaya L. Digitization of the transport industry in Russia: problems and prospects, Advances in Economics, Business and Management Research, 2019, Vol. 81, pp. 174-177. doi:10.2991/mtde-19.2019.33
10. Gattuso D., Pellicano D.S. Advanced methodological researches concerning ITS in freight transport, Procedia - Social and Behavioral Sciences, 16th Meeting of the EURO Working Group on Transportation, 2014, no. 111, pp. 994-1003. doi:10.1016/j.sbspro.2014.01.134
11. Vasilenko M., Kuzina E., Bepalov V., Drozdov N., Tagiltseva J., Korenyakina N., Prokopchuk V., Nadolinsky P. Digital technologies in quality and efficiency management of transport service, XXII International Scientific Conference Energy Management of

- Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies (EMMFT-2020), 2021, Vol. 244. doi:10.1051/e3sconf/202124411046
12. Dmitriev A., Plastunyak I. Integrated digital platforms for development of transport and logistics services, *Atlantis Highlights in Computer Sciences*, 2019, Vol. 1, pp. 136-141. doi:10.2991/icdtli-19.2019.27
  13. Sarma H. Turning the international North-South corridor into a “digital corridor”, *Comparative Politics Russia*, 2018, Vol. 9, No.4, pp. 124-138. doi:10.24411/2221-3279-2018-10008
  14. Фёдоров И. Г. Моделирование бизнес-процессов в нотации BPMN2.0: монография. М.: МЭСИ. 2013. 255 с.
  15. Горбачёв Н.Н., Валентей С.М. Сценарное управление ситуационным центром // Развитие информатизации и государственной системы научно-технической информации (РИНИТИ-2016: доклады XV Международной конференции, Минск, 17 ноября 2016 г.). Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2016. С. 67-73.
  16. Горбачёв Н.Н. Активные информационные системы в ситуационно-аналитических центрах // Развитие информатизации и государственной системы научно-технической информации (РИНИТИ-2019): доклады XVIII Международной конференции, Минск, 21 ноября 2019 г. Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2019. С. 101-105.

### References

1. Gancherenok I., Gorbachev N. Globalizaciya 4.0. Otvet sistemy obrazovaniya [Globalization 4.0. Response of the education system]. Mauritius: Palmarium Academic Publishing, 2019. 112 s. (In Russ).
2. Gancheryonok I.I., Gorbachyov N.N., Vil'danova L.A., Temirova F.S. Kadrovoe obespechenie cifrovoj transformacii: kadry ili talanty [Human resources for digital transformation: personnel or talents]. *Ekonomika, upravlenie, pravo, obrazovanie v XXI veke: problemy, tendencii i perspektivy razvitiya. Materialy VI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, 30 aprelya 2020 g. / otv. red. I.A. Tihonova, A.A. Cenenko; f-I Mosk. un-ta im. S.YU. Vitte v g. Ryazani [Elektronnoe izdanie]. – M.: izd. CHOUVO «MU im. S.YU. Vitte», 2020. S. 5-20. (In Russ).*
3. Gancheryonok I.I., Gorbachyov N.N. Nelinejnoe upravlenie. Situacionnyj analiz [Nonlinear control. Situation analysis]. Palmarium Academic Publishing, 2019. – 381 s. (In Russ).
4. Giannopoulos G., Mitsakis E., Salanova J.M. Overview of Intelligent Transport Systems (ITS) developments in and across transport modes, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2012, 34 p. doi:10.2788/12881
5. Jain A., Van der Heijden R., Marchau V., Bruckmann D. Towards Rail-Road Online Exchange Platforms in EU-Freight Transportation Markets: An Analysis of Matching Supply and Demand in Multimodal Services, *Sustainability*, 2020, Vol. 12. doi:10.3390/su122410321
6. Jarašūnienė A., Batarlienė N., Vaičiūtė K. Application and Management of Information Technologies in Multimodal Transportation, *Procedia Engineering*, 2016, Vol. 134, pp. 309-315. doi:10.1016/j.proeng.2016.01.012
7. Niculescu M.C., Minea M. Developing a single window integrated platform for multimodal transport management and logistics, *Transportation Research Procedia*, 2016, Vol. 14, pp. 1453-1462. doi:10.1016/j.trpro.2016.05.219
8. Tavasszy L. Innovation and technology in multimodal supply chains, *International Transport Forum Discussion Paper*, 2021, No. 2018-18, doi:10.1787/52a6bc82-en
9. Bobrova V., Berezhnaya L. Digitization of the transport industry in Russia: problems and prospects, *Advances in Economics, Business and Management Research*, 2019, Vol. 81, pp. 174-177. doi:10.2991/mtde-19.2019.33
10. Gattuso D., Pellicano D.S. Advanced methodological researches concerning ITS in freight transport, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 16th Meeting of the EURO Working Group on Transportation, 2014, no. 111, pp. 994-1003. doi:10.1016/j.sbspro.2014.01.134
11. Vasilenko M., Kuzina E., Bespalov V., Drozdov N., Tagiltseva J., Korenyakina N., Prokopchuk V., Nadolinsky P. Digital technologies in quality and efficiency management of transport service, XXII International Scientific Conference Energy Management of

- Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies (EMMFT-2020), 2021, Vol. 244. doi:10.1051/e3sconf/202124411046
12. Dmitriev A., Plastunyak I. Integrated digital platforms for development of transport and logistics services, Atlantis Highlights in Computer Sciences, 2019, Vol. 1, pp. 136-141. doi:10.2991/icdtli-19.2019.27
  13. Sarma H. Turning the international North-South corridor into a “digital corridor”, Comparative Politics Russia, 2018, Vol. 9, No.4, pp. 124-138. doi:10.24411/2221-3279-2018-10008
  14. Fyodorov I. G. Modelirovanie biznes-processov v notacii BPMN2.0: monografiya [Modeling Business Processes in BPMN2.0 Notation: Monograph]. M.: MESI. 2013. 255 s. (In Russ).
  15. Gorbachyov N.N., Valentej S.M. Scenarnoe upravlenie situacionnym centrom [Scenario management of the situation center]. Razvitie informatizacii i gosudarstvennoj sistemy nauchno-tehnicheskoy informacii (RINITI-2016:doklady XV Mezhdunarodnoj konferencii, Minsk, 17 noyabrya 2016 g.). Minsk: OIPI NAN Belarusi, 2016. S. 67-73. (In Russ).
  16. Gorbachyov N.N. Aktivnye informacionnye sistemy v situacionno-analiticheskikh centrakh [Active information systems in situational and analytical centers]. Razvitie informatizacii i gosudarstvennoj sistemy nauchno-tehnicheskoy informacii (RINITI-2019): doklady XVIII Mezhdunarodnoj konferencii, Minsk, 21 noyabrya 2019 g. Minsk: OIPI NAN Belarusi, 2019. S. 101-105. (In Russ).

#### **ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Ганчеренок Игорь Иванович**, доктор физико-математических наук, профессор, директор Белорусско-Узбекского межотраслевого института прикладных технических квалификаций, Белорусский национальный технический университет, пр. Независимости, 65, 220013, г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: gancher62@mail.ru

**Igor I. Gancherenok**, Dr. Sci. (Phys & Math), Professor Director of the Belarusian-Uzbek Interdisciplinary Institute of Applied Technical Qualifications, Belarusian National Technical University, 65 Independence Ave., 220013, Minsk, Republic of Belarus, e-mail: gancher62@mail.ru

**Горбачев Николай Николаевич**, старший преподаватель кафедры управления информационными ресурсами, Академия управления при Президенте Республики Беларусь, ул. Московская 17, 220007, г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: nick-iso@tut.by

**Nikolay N. Gorbachev**, Senior Lecturer, Academy of Management under the President of the Republic of Belarus, st. Moscow 17, 220007, Minsk, Republic of Belarus, e-mail: nick-iso@tut.by

**Ничипорук Андрей Олегович**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры логистики и маркетинга, Волжский государственный университет водного транспорта, 603950, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: nichiporouk@rambler.ru

**Andrey O. Nichiporuk**, Dr. Sci. (Eng), Assistant Professor, Professor of the Department of Logistics and Marketing, Volga State University of Water Transport, Nesterova, 5, Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation, e-mail: nichiporouk@rambler.ru

**Шумовская Наталья Евгеньевна**, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры Экономика и управление на водном транспорте, Каспийский институт морского и речного транспорта им. ген.-адм. Ф.М.Апраксина – филиал Волжского государственного университета водного транспорта, 414000, г. Астрахань, ул. Никольская, 6, e-mail: gavrillinan.e@mail.ru

**Natalia E.Shumovskaya**, Ph.D. (Econ) assistant professor Professor of the Department of Economics and Management in Water Transport, Caspian Institute of Sea and River Transport named after General-Admiral F.M. Apraksin – the affiliation of the Volga State University of Water Transport, 6 Nikolskaya St., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: gavrillinan.e@mail.ru

**Харченко Ольга Александровна**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры Экономика и управление на водном транспорте, Каспийский институт морского и речного транспорта им. ген.-адм. Ф.М.Апраксина – филиал Волжского государственного университета водного транспорта, 414000, г. Астрахань, ул. Никольская, 6, e-mail:Kharchenko2007@mail.ru

**Olga A.Kharchenko**, Ph.D. (Eng) assistant professor, Professor of the Department of Economics and Management in Water Transport, Caspian Institute of Sea and River Transport named after General-Admiral F.M. Apraksin – the affiliation of the «Volga State University of Water Transport», 6 Nikolskaya St., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: Kharchenko2007@mail.ru

Статья поступила в редакцию 08.02.2022; опубликована онлайн 21.03.2022.  
Received 08.02.2022; published online 21.03.2022.