

Р. Б. Ивуть
А. А. Хорошевич

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ТРАНСПОРТА:
КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ
И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ**

Минск
БНТУ
2024

УДК 656.07

Ивуть, Р. Б. Организационно-экономические основы цифровой трансформации транспорта: концептуальные подходы и направления развития : монография / Р. Б. Ивуть, А. А. Хорошевич. – Минск : БНТУ, 2024. – 224 с. – ISBN 978-985-31-0031-0.

В монографии раскрываются теоретические и методологические основы цифровой трансформации экономических систем. Изучен опыт и результативность цифровой трансформации транспортной отрасли в странах Европейского союза. Проанализированы особенности цифровой трансформации транспорта Республики Беларусь и обоснованы направления развития.

Монография может быть полезна студентам, магистрантам, аспирантам, научным работникам и специалистам, работающим в рамках транспортной отрасли.

Табл. 22. Ил. 50. Библиогр. 124 назв.

Рекомендовано к изданию научно-техническим советом
Белорусского национального технического университета
(протокол № 10 от 08.12.2023 г.)

Рецензенты:

зав. кафедрой управления грузовой и коммерческой работой
УО «БелГУТ», доктор экономических наук, профессор *И. А. Еловой*;
академик-секретарь отделения физики, математики и информатики
НАН Беларуси, доктор экономических наук, профессор *А. Г. Шумилин*

ISBN 978-985-31-0031-0

© Ивуть Р. Б., Хорошевич А. А., 2024

© Белорусский национальный
технический университет, 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	4
ВВЕДЕНИЕ	6
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ТРАНСПОРТА	8
1.1. Экономическая сущность, содержание и инструменты цифровой трансформации.....	8
1.2. Специфика организационно-экономических подходов к цифровой трансформации организаций транспорта	35
1.3. Методологические подходы к определению уровня цифровой трансформации.....	51
ГЛАВА 2. ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ТРАНСПОРТА	63
2.1. Исследование практики управления цифровой трансформацией в европейских транспортных организациях	63
2.2. Современный уровень цифровой трансформации различных видов транспорта в европейских странах	86
ГЛАВА 3. ОСОБЕННОСТИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ТРАНСПОРТА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	98
3.1. Современное состояние транспортной отрасли страны	98
3.2. Цифровая трансформация отечественных транспортных организаций.....	104
3.3. Результаты цифровой трансформации национальной транспортной отрасли	130
ГЛАВА 4. РАЗВИТИЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	145
4.1. Методика оценки уровня цифровой трансформации транспорта страны.....	145
4.2. Перестройка систем управления транспортными организациями страны в условиях цифровой трансформации	160
4.3. Совершенствование организации цифровой трансформации транспорта на национальном уровне	183
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	195
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	197
ПРИЛОЖЕНИЯ	210

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АИП – Автоматизированная информационно-поисковая система.

АИС – Автоматизированная информационная система.

АС – Автоматизированная система.

АСУ – Автоматизированная система управления.

АТ – Аддитивные технологии.

БАС – Беспилотная авиационная система.

БПЛА – Беспилотные летательные аппараты.

ГЛОНАСС – Глобальная навигационная спутниковая система.

ЕАЭС – Евразийский экономический союз.

ИАС – Информационная аналитическая система.

ИИ – Искусственный интеллект.

ИКТ – Информационно-коммуникационные технологии.

ИТ – Информационные технологии.

ИТС (ITS) – Интеллектуальные транспортные услуги для дорожного сектора.

КДПГ – Конвенция о договоре международной дорожной перевозки грузов.

МСАТ – Международный союз автомобильного транспорта.

НИОКР – Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

ООН – Организация объединенных наций.

ОрВД – Организация воздушного движения.

ОЭСР – Организация экономического сотрудничества и развития.

ПЭК – Пластиковые электронные карты.

РВК – Региональный центр обработки данных.

СДВ – Система динамического взвешивания.

СМИ – Средства массовой информации.

СППД – Система продажи проездных документов.

СЭД – Система электронного документооборота.

ЦСУ – Цифровая система управления.

ЦВК – Центральный вычислительный комплекс.

ЭЦП – Электронная цифровая подпись.

AEOLIX – Architecture for European Logistics Information Exchange.

AIS – Automatic Identification System.

BCG – The Boston Consulting Group.

BeIToll – Система электронного сбора платы за проезд в Республике Беларусь.

Big Data – Большие данные.

CER – Community of European Railway and Infrastructure Companies.

C-ITS – Cooperative Intelligent Transport Systems.

DG MOVE – Directorate-General for Mobility and Transport.

DTLF – Digital Transport and Logistics Forum.

e-CMR – Международная транспортная накладная в электронном виде.

EDI – Electronic Data Interchange.

EDIFACT – Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport.

EETS – European Electronic Toll Service.

EIC – European Innovation Council.

ERTMS – European Rail Traffic Management System.

GPS – Global Positioning System.

IDM – Identity Management.

IoT – The Internet of Things.

ITU (МСЭ) – International Telecommunication Union.

LRIT – Long-Range Identification and Tracking.

QR – Quick Response.

RDP – Remote Desktop Protocol.

R&D – Research and Development.

RFID – Radio Frequency Identification.

RIS – River Information Services.

SafeSeaNet – Сеть безопасности на море.

SAP – System Analysis Program Development.

SAP SE – System Analysis Program Development Societas Europaea.

SAW – Simple Additive Weighting.

SES – Single European Sky.

SESAR – Single European Sky ATM Research Programme.

TAF TSI – Technical Specification for Interoperability relating to Telematics Applications for Freight Services.

VTMIS – Vessel Traffic Monitoring and Information Systems.

ВВЕДЕНИЕ

Наблюдаемые в последнее десятилетие процессы информатизации и цифровизации всех сфер экономики и постоянное совершенствование процессов управления привели к значительным изменениям в их функционировании. За короткий период времени существенно трансформировались используемые управленческие инструменты, а также произошло изменение состава и функций участников рынка. В данных условиях особую актуальность приобрели процессы внедрения цифровых технологий в различные области деятельности: от проведения научных исследований и разработок до организации функционирования комплексных производственных систем. Применение таких технологий позволило повысить эффективность отдельных бизнес-процессов и привело к существенной трансформации выстроенных ранее бизнес-моделей современных организаций, получивших большую адаптивность и управляемость.

Одной из сфер, подвергшихся существенной перестройке, стала транспортная отрасль, представляющая собой совокупность субъектов хозяйственной деятельности, оказывающих услуги по перевозке пассажиров и грузов, находящихся в постоянном взаимодействии и взаимосвязи, независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности. Перемещая ежегодно тысячи тонн сырья, топлива, материалов, продукции, а также пассажиров с достаточно высоким уровнем комфорта и скорости, транспорт обеспечивает массовое индустриальное производство, глубокое разделение труда, внутреннюю и внешнюю торговлю, а также способствует развитию науки.

Высокий уровень цифровизации транспорта обуславливается, в первую очередь, существенной конкуренцией и широкими возможностями, открываемыми цифровыми технологиями. Автоматизация и внедрение новейших IT-технологий (Big Data, блокчейн, Интернет вещей, облачные технологии, искусственный интеллект, RFID, мобильные приложения), а также использование беспилотных транспортных средств, систем распознавания и навигации и прочих инструментов, существенно повышают эффективность предоставления транспортно-логистических услуг. Так, Интернет вещей вносит свой вклад в высокоинтегрированные решения, удобные для управления транспортными средствами и подвижными составами, что предоставляет возможность отслеживания грузов до момента их полной

доставки в нужное место в указанное время. Big Data позволяет анализировать информацию, оптимизировать деятельность, а также обеспечивать сквозную видимость для инвентаризации заказов и поставок. Революционные коммуникации (5G, LTE) и облачная инфраструктура предлагают оптимальные решения для обработки больших объемов данных.

Высокая значимость развития транспортных организаций, наряду с возможностями, открываемыми при цифровой трансформации, привели к существенному отражению данной проблематики в научной литературе. Исследованием цифровой трансформации национальных экономик и отдельных отраслей занимается в настоящее время ряд ученых. В отечественной научной среде наиболее значимыми являются труды Р. Б. Ивутья, Д. П. Капского, И. А. Елового и др. Среди зарубежных исследователей – J. Bowersox, D. J. Closs, N. Tohamy, H. Gimpel, M. Roglinger, P. C. Verhoef. Этими учеными также исследуются вопросы формирования, оценки и развития цифровой трансформации транспортно-логистических систем для различных видов транспорта.

При этом современный этап развития транспортной отрасли характеризуется существенными изменениями как внешней среды (распространение коронавирусной инфекции, происходящие политические кризисы и военные конфликты и т. п.), так и внутренней (соответствующие изменения условий оказания транспортных услуг). Данный факт влечет за собой необходимость развития сложившихся организационных и управленческих основ цифровой трансформации, а также методических аспектов ее оценки.

В монографии изложены теоретико-методологические основы цифровой трансформации экономических систем, показана современная специфика цифровой трансформации транспорта и методика оценки ее уровня. Для развития практики управления цифровой трансформацией транспортной отрасли Республики Беларусь исследован ее опыт в странах ЕС.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ТРАНСПОРТА

1.1. Экономическая сущность, содержание и инструменты цифровой трансформации

Процесс развития мировой экономики исторически неразрывно связан с внедрением новейших технологий. Каждый новый этап развития характеризуется применением совершенно новых методических подходов, существенно видоизменяющих производственные и управленческие процессы, а также формируемые финансовые и информационные потоки. В рамках современного этапа ключевым фактором роста выступают цифровые технологии.

Сложившаяся практика управления и тенденции последних десятилетий позволяют установить, что процесс цифровизации бизнеса фактически начался задолго до возникновения соответствующего термина и проявлялся во всеобщей автоматизации и информатизации. Последняя, представляя собой сложный организационный, социально-экономический и научно-технический процесс, обеспечила создание необходимых условий для формирования и использования информационных ресурсов и реализации информационных отношений, тем самым способствуя дальнейшему переводу экономики в цифровой формат. В данном контексте, основными предпосылками цифровизации бизнес-процессов компаний и цифровой трансформации их бизнес-систем фактически выступили:

- рост числа пользователей сети Интернет;
- расширение физической инфраструктуры доступа к Интернету;
- развитие электронной коммерции, ИКТ-рынка и национальных систем электронного правительства.

В целом в период с 2005 г. по 2021 г. по данным Международного союза электросвязи произошло повышение численности лиц, пользующихся Интернетом, в процентном соотношении к общей численности мирового населения, с 15,8 % до 62,6 %. Уровень проникновения абонентов подвижной широкополосной связи вырос практически в пять раз – с 3,4 до 16,78 абонента на 100 жителей. Одновре-

менно с 2010 г. по 2020 г. по информации Всемирного банка наблюдалось увеличение численности безопасных Интернет-сервисов с 186,01 до 11416,28 ед./млн чел. [123].

Существенное развитие нашел ИКТ-рынок. Мировой экспорт ИКТ услуг вырос с 177,67 млрд долл. США в 2005 г. до 891,69 млрд долл. США в 2021 г. Удельный вес данного вида услуг одновременно повысился с 7,14 % до 15,59 % в общем объеме экспорта услуг [123].

Неотъемлемой частью глобальной системы розничной торговли стала электронная коммерция: в 2021 г. объем продаж электронной торговли во всем мире превысил 5,21 трлн долл. США. Прогнозируется, что в ближайшие годы эта цифра вырастет более, чем на 56 % и к 2026 г. достигнет уровня 8,15 трлн долл. США (табл. 1.1) [123].

Таблица 1.1 – Основные показатели использования информационных ресурсов в 2021 г.

Показатель	Ед. измер.	Величина показателя
Уровень проникновения абонентов подвижной широкополосной связи	кол-во абон. на 100 жителей	16,78
Доля лиц, пользующихся Интернетом, в процентном соотношении к мировой численности населения	%	62,6
Объем мирового экспорта ИКТ-услуг	млрд долл. США	891,69
Мировой объем продаж электронной торговли	трлн долл. США	5,21

Источник: разработка авторов на основе данных International Telecommunication Union (ITU) [123].

В сложившихся условиях цифровизация явилась логичным продолжением автоматизации и информатизации экономической деятельности и государственного управления, представляя собой процесс перехода на цифровые технологии, в основе которого лежит не только их использование для решения задач производства или управления информационно-коммуникационными технологиями, но также накопления и анализа с их помощью больших данных в целях прогнозирования ситуации, оптимизации процессов и затрат, привлечения новых контрагентов и т. д. Одновременно цифровизация

экономических систем привела к значительному расширению имеющегося теоретического инструментария и появлению ряда новых терминов, одним из которых является понятие «цифровая трансформация» (digital transformation). Оно, равно как и некоторые другие смежные понятия, например, «цифровая зрелость» (digital maturity) и цифровизация (digitalization), относительно недавно начало широко использоваться в науке и на практике. За период исследования данного феномена в научной литературе, международных и национальных тематических стандартах, а также в иных государственных документах сложилось ряд его определений, отражающих как различные, так и схожие подходы к трактовке. Однако, несмотря на отмеченное, теоретическая и аналитическая проработка рассматриваемого понятия и его содержания по-прежнему широко осуществляется как в академической, так и в деловой среде. Тематика цифровой трансформации рассматривается многопланово.

В целом современная наука предполагает использование трех ключевых экономических категорий, среди которых – оцифровка (digitization), цифровизация (digitalization) и цифровая трансформация (digital transformation). При этом общепринятым является тот факт, что **оцифровка** представляет собой перевод аналоговых данных в цифровые, что очерчивает границы данного понятия исключительно самим процессом преобразования одного вида информации в другой [10]. В рамках оцифровки не происходит изменение качества и содержания информации, она просто преобразуется в электронную форму для последующей обработки в цифровом формате, что позволяет усовершенствовать существующие бизнес-процессы.

Одновременно цифровизация и цифровая трансформация не имеют столь четких границ, что обуславливает как их рассмотрение в качестве синонимов, так и представление в виде двух отдельных теоретических категорий. Наличие отмеченных разногласий привело к формулировке двух основных подходов к определению сущности процесса цифровой трансформации:

- в рамках первого подхода принимается, что цифровая трансформация предусматривает внедрение цифровых технологий в любую область деятельности организации, т. е. фактически она синонимична цифровизации;

– в рамках второго подхода акцентируется внимание на характере эффекта, получаемого в процессе цифровой трансформации, и необходимости возникновения существенных качественных изменений в организационной структуре и/или бизнес-модели, т. е. цифровая трансформация рассматривается несколько шире цифровизации.

В настоящее время в совокупности сложившихся вариантов определений преобладает второй из отмеченных подходов, а рассмотрение цифровизации и цифровой трансформации в качестве синонимов свойственно лишь части отечественных исследователей. При этом многие определения рассматривают цифровую трансформацию как единичный процесс, приводящий к существенным организационным изменениям, и лишь некоторые исследователи обращают внимание на необходимость рассмотрения цифровой трансформации в качестве непрерывного процесса адаптации выстроенной цифровой системы к постоянно меняющейся среде. В целом используются следующие наиболее распространенные варианты трактовок содержания цифровой трансформации (прил. 1):

1. В англоязычных источниках она рассматривается, как:

– процесс переосмысления бизнеса, основанный на цифровизации операций и формировании расширенных отношений в цепочке поставок (D. J. Bowersox, D. J. Closs и R.W. Drayer [98]);

– преднамеренная и постоянная цифровая эволюция компании, ее бизнес-модели, организационных процессов и операций как на тактическом, так и на стратегическом уровне (D. M. Mazzone [116], L. Li, F. Su, W. Zhang и J. Y. Mao [115]);

– общекорпоративное явление, характеризующееся существенными организационными последствиями и предусматривающее изменение бизнес-модели организации на основе применения цифровых технологий (P. C. Verhoef, T. Broekhuizen, Y. Bart, A. Bhattacharya, J. Qi Dong, N. Fabian и M. Haenlein [124], M. Iansiti и K. R. Lakhani [111], R. Agarwal, G. G. Gao, C. DesRoches и A. K. Jha [95]).

2. В русскоязычных источниках она рассматривается, как:

– преобразование структур, форм и способов, целевой направленности деятельности системы за счет освоения инновационных и цифровых технологий, результатом которого является создание цифровой системы, где бизнес-модели, жизненные циклы и бизнес-

процессы построены на первичности цифрового представления ее основных продуктов и услуг (Р. Б. Ивуть [20]);

- полная смена парадигмы в управленческой культуре и операциях через покупку и установку новейшего цифрового инструментария, а также создание новой системы ценностей и нового цифрового мышления (И. В. Сергеев [66], В. И. Сергеев и К. Хлобыстова [67; 68]);

- использование цифровых технологий в бизнес-процессах компании путем добавления к существующим технологиям новых качеств, трансформации текущих и создания новых производственных процессов за счет применения инноваций (К. В. Семион [65], Ю. В. Дзюба [14]);

- культурные, организационные и операционные изменения в организации, осуществляемые через продуманную и поэтапную интеграцию цифровых технологий, процессов и компетенций на всех уровнях (А. Лузгина [36], Э. Т. Шафиева и Р. Р. Гедугошев [92]);

- процесс внедрения современных технологий и инноваций в бизнес-процессы предприятия, требующий внесения коренных изменений в технологии, культуру, операции и принципы создания добавленной стоимости (Ю. И. Грибанов и А. А. Шатров [13], М. И. Матейко [38]).

В нормативных-правовых актах Республики Беларусь под цифровой трансформацией понимается проявление качественных, революционных изменений, заключающихся не только в отдельных цифровых преобразованиях, но и в принципиальном изменении структуры экономики, в переносе центров создания добавленной стоимости в сферу выстраивания цифровых ресурсов и сквозных цифровых процессов. В результате цифровой трансформации осуществляется переход на новый технологический и экономический уклад, а также происходит создание новых отраслей экономики [72]. В других литературных источниках этот термин рассматривается как: смена экономического уклада, изменение традиционных рынков, социальных отношений и государственного управления, связанных с проникновением в них цифровых технологий; принципиальное изменение основного источника добавленной стоимости и структуры экономики за счет формирования более эффективных экономических процессов, обеспеченных цифровыми инфраструктурами; переход функции лидирующего механизма развития экономики к институтам, основанным на цифровых моделях и процессах [10].

Рассмотрение различных вариантов определений отмеченной категории и ее синонимичных терминов в границах существующей практики управления позволяет утверждать, что фактически как цифровизация, так и цифровая трансформация предусматривают цифровое изменение определенной управленческой области, разница состоит лишь в масштабе изменения, т. е. или это отдельный бизнес-процесс, или совокупность взаимосвязанных бизнес-процессов, или бизнес-модель в целом. В данном контексте **цифровая трансформация** неразрывно связана со стратегическими изменениями бизнес-модели, в то время как **цифровизация** предполагает изменение простых организационных процессов и задач в результате внедрения цифровых технологий. Одновременно цифровая трансформация предполагает не просто формирование технической и операционной основы, а ее дальнейшее развитие и непрерывную адаптацию к непредсказуемым и постоянно меняющимся ожиданиям клиентов, рыночным условиям и глобальным событиям.

Разграничение вышеотмеченных терминов представлено в табл. 1.2.

Таблица 1.2 – Параметры сравнения терминов «оцифровка», «цифровизация» и «цифровая трансформация»

Параметр сравнения	Термины		
	Оцифровка	Цифровизация	Цифровая трансформация
1	2	3	4
Объект	Данные Операция Бизнес-процесс	Бизнес-процесс Совокупность бизнес-процессов	Совокупность взаимосвязанных бизнес-процессов Бизнес-модель организации
Цель	Снижение трудоемкости выполнения отдельных бизнес-процессов	Снижение трудоемкости выполнения бизнес-процессов Повышение скорости и качества принятия управленческих решений	Перестройка бизнес-модели организации на основе повсеместного использования цифровых технологий Повышение эффективности деятельности организации
Использование цифровых инноваций	Несущественное	Существенное	Высокое

Окончание таблицы 1.2

1	2	3	4
Роль сотрудников	Большинство управленческих решений принимается сотрудниками	Часть решение принимается системой, часть – сотрудниками на основании цифровых данных и цифровых моделей	Превалирует принятие решений в рамках цифровой модели, сотрудники лишь контролируют принимаемые решения
Характер изменения	Доработка (оптимизация) существующих бизнес-процессов	Разработка новых бизнес-процессов Выстраивание новых связей	Разработка новой бизнес-модели Построение новых каналов взаимосвязи с окружением Совершенствование корпоративной культуры
Уровень необходимых вложений	Незначительный	Значительный	Максимальный
Эффект	Снижение трудоемкости выполняемых работ Сокращение управленческих расходов	Повышение производительности и качества принимаемых решений Рост прибыльности и рентабельности	Получение новых конкурентных преимуществ и возможностей Выход на новые рынки и сегменты Изменение структуры доходов и расходов Рост эффективности

Источник: разработка авторов.

В границах представленных параметров сравнения внедрение цифровых технологий в деятельность организаций фактически предполагает последовательное прохождение трех ключевых стадий:

– оцифровки внутренних, входящих и исходящих данных, направленной на сокращение трудоемкости отдельных операций и повышение сохранности документации. Ключевым результатом данной стадии является перевод данных в формат, подходящий для последующего использования в рамках различных цифровых инструментов;

– цифровизации бизнес-процессов, предусматривающей изменение и адаптацию базовых и рабочих процессов в соответствии с меняющимися бизнес-целями, особенностями рынка и потребностями клиентов. Основной целью данной стадии является создание системы цифровых бизнес-процессов, которая в последующем станет основой для перестройки бизнес-модели. В результате цифровизации бизнес-

процессов происходит первичное улучшение эффективности работы организации за счет более качественного управления потоками операций. К примеру, внедрение цифровой облачной системы в управление цепочками поставок позволяет сократить время простоя, оптимизировать производство и повысить рентабельность;

– цифровой трансформации бизнес-модели, представляющей собой конечную стадию перестройки компании, основанную на всестороннем использовании цифровых технологий. Цифровая трансформация бизнес-модели организации предусматривает построение улучшенной цифровой бизнес-модели на основе изменения взаимосвязанных бизнес-процессов и их объединения в границах стратегических целей компании. На данной стадии наблюдается получение наиболее существенного эффекта от внедрения цифровых технологий за счет изменения ключевых доходов и структуры затрат.

В данном контексте под трансформацией (лат. *transformatio* – изменение) стоит понимать преобразование структур, форм и способов, изменение целевой направленности деятельности, которое в результате способствует приведению системы к новому качественному состоянию. Соответственно, **цифровая трансформации системы** – это преобразование структур, форм и способов, целевой направленности деятельности системы за счет освоения инновационных и цифровых технологий, результатом которого является создание цифровой системы, где бизнес-модели, жизненные циклы и бизнес-процессы построены на первичности цифрового представления ее основных продуктов и услуг [20].

При этом важно подчеркнуть, что грамотно проведенная цифровая трансформация обеспечивает максимально полное раскрытие потенциала цифровых технологий через их использование во всех аспектах бизнеса – процессах, продуктах и сервисах, подходах к принятию решений. К основным преимуществам цифровой трансформации в данном случае можно отнести: оптимизацию бизнес-процессов, появление новых потоков доходов, сокращение затратной составляющей, а также повышение качества обслуживания – рис. 1.1.



Рис. 1.1. Преимущества цифровой трансформации

Источник: разработка авторов.

Таким образом, для современных экономических систем цифровая трансформация выступает в качестве двигателя, открывающего новые возможности роста систем, инструмента повышения эффективности их работы и базиса для внедрения прорывных инноваций. В границах каждого направления при построении цифровых бизнес-моделей, обеспечивается получение экономического эффекта и рост конкурентоспособности.

При этом, как и любой экономической процесс цифровая трансформация предусматривает воздействие субъекта управления на объект, направленное на достижение конкретных целей путем решения поставленных задач, осуществляемое на основе ряда принципов с применением определенных инструментов. Данные составляющие процесса трансформации, наряду с возможными моделями цифровой трансформации (вариантами ее проведения в границах компаний), определяют содержательные основы рассматриваемой категории.

В качестве **субъектов цифровой трансформации** фактически выступают руководители организаций, учреждений и их отдельных подразделений, иницирующие данный процесс и координирующие цифровое преобразование бизнес-модели. В определенном контексте к субъектам цифровой трансформации также относятся органы государственного управления, принимающие решения в области цифровизации отдельных областей.

Объектом цифровой трансформации является совокупность взаимосвязанных бизнес-процессов и/или бизнес-модель организации.

Цели осуществления цифровой трансформации бизнеса стандартно разнятся для различных организаций и устанавливаются с учетом их готовности к данному процессу, наличия необходимых компетенций и финансовых возможностей, а также интересов государства и общественных потребностей. При этом **основной целью цифровой трансформации** в рамках любого из ее вариантов является перестройка бизнес-модели организации на основе повсеместного использования цифровых технологий. В качестве **второстепенных целей** одновременно выступает тот эффект, который организация планирует достичь в процессе цифровой трансформации за счет: повышения совокупной эффективности функционирования и улучшения качественных характеристик системы менеджмента; повышения качества производимой продукции, выполняемых работ или оказываемых услуг; снижения совокупных издержек или удельной себестоимости; роста производительности труда за счет сокращения трудоемкости ключевых операций; повышения уровня безопасности и эффективности использования инвестиций. Данный вариант ранжирования целей связан со специфической природой цифровой трансформации и наличием ряда ситуаций, в рамках которых перестройка бизнес-модели выступает более важной, нежели получение конкретного эффекта, ввиду невозможности обеспечения должного уровня оказания услуг.

В рамках проведения цифровой трансформации могут быть приняты как одна, так и несколько второстепенных целей [41]. Определение количества и характера второстепенных целей цифровой трансформации осуществляется исходя из масштабности и сложности решаемых задач и специфики бизнеса.

Для реализации, выбранной ключевой и комплекта второстепенных целей формулируются конкретизирующие их содержание **задачи цифровой трансформации**. Например, достижение второстепенной цели «повышение эффективности функционирования и улучшение качественных характеристик системы менеджмента» может включать следующие задачи:

- рост выручки, рентабельности и др.;
- повышение оперативности реагирования на изменение ситуации на рынке, а также результативности взаимодействия между различными звеньями (уровнями) системы управления.

В случае, если избрана второстепенная цель «повышение качества производимой продукции, выполняемых работ или оказываемых услуг» возможными задачами по ее достижению могут быть следующие:

- переход на более высокие стандарты качества;
- снижение количества рекламаций, поступающих от потребителей, а также объемов брака продукции (оказании услуг);
- повышение оперативности реагирования на запросы потенциальных потребителей.

При выборе второстепенной цели «повышение эффективности использования инвестиций» возможные задачи можно сформулировать следующим образом:

- сокращение сроков окупаемости инвестиций, повышение доходности инвестиционных (инновационных) проектов и т. д.;
- ускорение выхода на проектную мощность в рамках инвестиционных (инновационных) проектов;
- повышение эффективности использования созданных производственных мощностей.

Рекомендуется, чтобы каждая второстепенная цель цифровой трансформации конкретизировалась посредством двух и более задач и была измерима. В данном контексте наиболее предпочтительным является установление перечня показателей и их плановых значений, характеризующих достижение поставленной цели.

Основными **принципами цифровой трансформации** являются:

- техническая и программная оснащенность, предполагающие наличие всех необходимых технических и программных средств для проведения цифровой трансформации на высоком уровне;

- научная обоснованность, предполагающая объективность и аргументированность используемой модели цифровой трансформации, а также научную значимость используемых инструментов и методик отслеживания результатов;
- последовательность, состоящая в целенаправленном прохождении различных стадий цифровой трансформации;
- комплексность, предусматривающая обязательный учет взаимосвязей внутренних бизнес-процессов и их параллельную цифровизацию, а также обеспечение установления внешнего цифрового взаимодействия;
- гибкость, предполагающая проведение цифровой трансформации в рамках алгоритма, предоставляющего возможность вносить корректировки в данный процесс с наименьшими затратами;
- непрерывность, состоящая в рассмотрении цифровой трансформации в качестве непрерывного процесса адаптации выстроенной цифровой системы к постоянно меняющейся среде.

Соблюдение совокупности данных принципов позволит организовать процесс цифровой трансформации в максимально эффективном варианте при наименьших материальных, временных и финансовых затратах. Формирование алгоритма перестройки бизнес-модели по принципу гибкости приведет к минимизации величины потерь при наступлении непредвиденных ситуаций и рисков событий. Соответствие принципу непрерывности одновременно обусловит проведение цифровой трансформации в ее полном объеме.

После рассмотрения принципов перейдем к следующей составляющей, характеризующей содержание процесса цифровой трансформации, – **моделям внедрения цифровых технологий**. На основе сложившейся практики можно сформулировать несколько принципиально отличающихся моделей цифровой трансформации.

Первая – модель полной цифровой трансформации – предполагает сквозное проникновение цифровой идеологии в функционирующий бизнес и встраивание цифровой стратегии в состав общей корпоративной стратегии. Внедрение цифровых инструментов в данной модели производится одновременно на уровне всех основных бизнес-процессов – рис. 1.2.

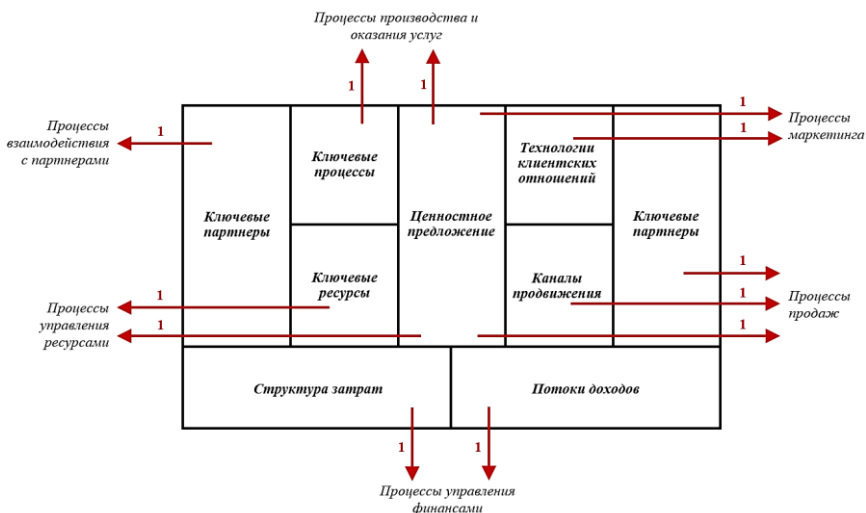


Рис. 1.2. Модель полной цифровой трансформации

Источник: разработка авторов.

Применение модели полной цифровой трансформации приводит к кардинальному изменению бизнес-модели организации за счет одновременного внедрения цифровых инструментов во все области (финансы, маркетинг, продажи, производство, управление ресурсами). Эффективное проведение соответствующей трансформации обуславливает получение максимального эффекта, представляющего собой суммированное значение единичных эффектов от цифровизации каждого бизнес-процесса.

Одновременно представленная модель характеризуется существенно высоким уровнем риска, обусловленным масштабом изменений и их тесной взаимозависимостью, а также высокой стоимостью проводимых трансформаций. В данном контексте крайне важным является проведение качественной подготовки компании к процессу цифровой трансформации, в том числе в границах обеспечения внутренней готовности руководства и всего персонала к изменениям.

Вторая – модель частичной цифровой трансформации – предусматривает последовательное внедрение цифровых инструментов в бизнес-процессы организации (как с полным, так и с неполным охватом бизнес-модели) – рис. 1.3.

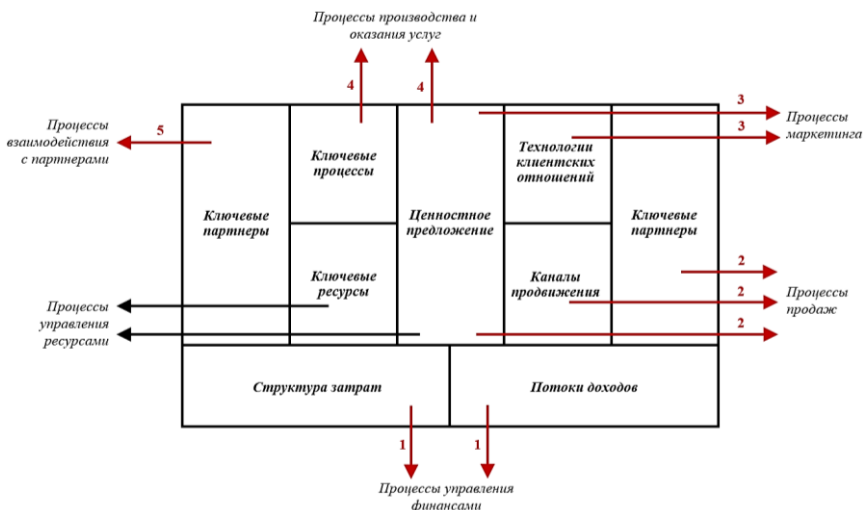


Рис. 1.3. Модель частичной цифровой трансформации

Источник: разработка авторов.

Внедрение цифровых технологий в рамках рассматриваемой модели производится исключительно в границах отдельных бизнес-процессов и затрагивает конкретную управленческую область. В данном варианте наблюдается наиболее точное определение стоимости проводимых работ, а также получаемого эффекта, что в совокупности с ограниченной областью цифровизации позволяет обеспечивать минимальную рискованность производимых трансформаций. Процессы цифровизации при этом находят отражение в конкретных функциональных стратегиях.

Успешное внедрение цифровых технологий в отдельности во все основные бизнес-процессы фактически предусматривает переход к полностью цифровой бизнес-модели компании.

Следующая – модель развития цифровых направлений – предполагает создание отдельных цифровых бизнес-единиц (цифровых направлений бизнеса). В данном случае в результате реализации обособленных цифровых проектов, в бизнес-модели организации появляются отдельные направления, имеющие собственные информационные и денежные потоки и практически не затрагивающие основные бизнес-процессы – рис. 1.4.

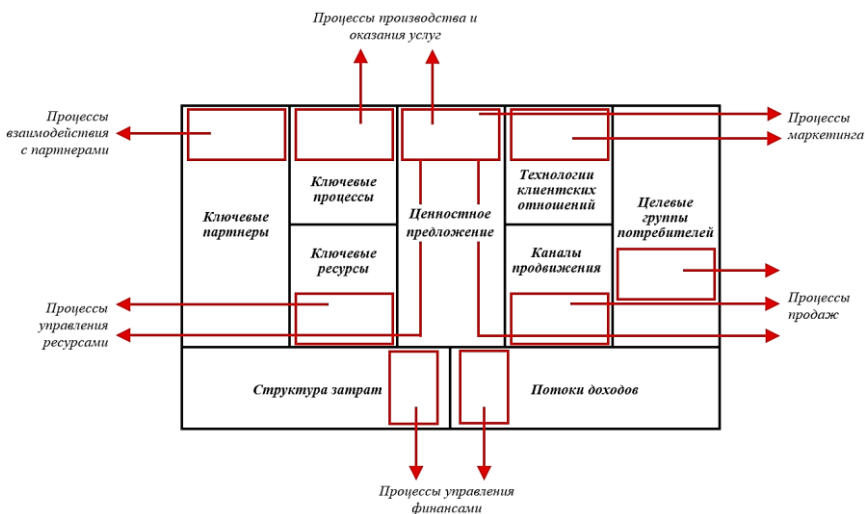


Рис. 1.4. Модель развития цифровых направлений

Источник: разработка авторов.

Выделение цифровых проектов в обособленные бизнес-единицы свойственно преимущественно отраслям, первоначально не подверженным широкой цифровизации.

И, последняя – модель построения цифрового бизнеса – подразумевает изначальное создание бизнеса полностью в цифровой среде – рис. 1.5. В данном случае цифровая стратегия бизнеса составляет основу его корпоративной стратегии.

Применение модели построения цифрового бизнеса свойственно ряду современных IT-компаний, а также организаций, функционирующих в сфере ритейла (E-commerce). Такие компании наиболее полно отвечают тенденциям цифровой трансформации за счет создания ценности на базе платформенных бизнес-моделей. При этом важно подчеркнуть, что представленная модель имеет существенное ограничение – отсутствует возможность ее использования в производственной сфере и в части направлений сферы услуг.

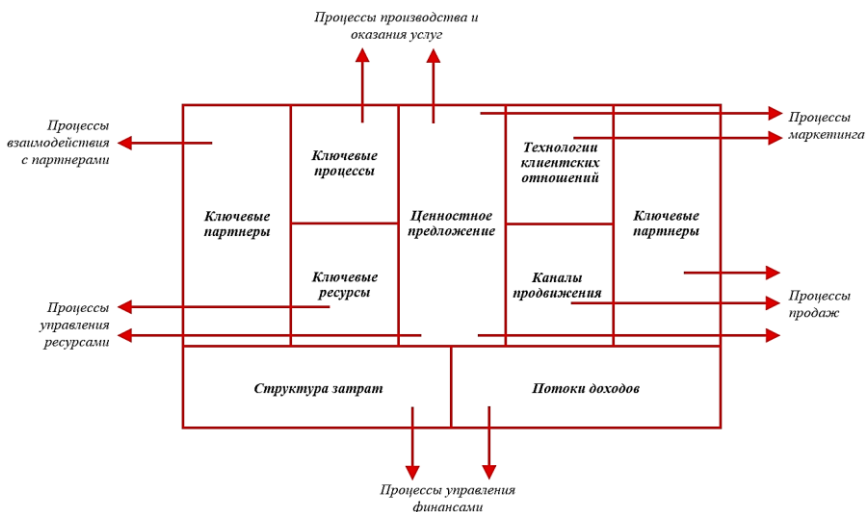


Рис. 1.5. Модель построения цифрового бизнеса

Источник: разработка авторов.

Рассмотренные ключевые составляющие процесса цифровой трансформации в совокупности формируют специфические черты каждого реализуемого цифрового проекта. Взаимодействие выделенных объекта, субъектов, принципов и моделей в рамках достижения установленной цели и решения сформулированных задач обеспечивает проведение цифровой трансформации в границах ранее обозначенных содержательных аспектов, систематизированных в прил. 2.

Формулировка представленных содержательных аспектов для каждого из проектов предусматривает обязательный учет специфики вида деятельности и масштаба организации, а также готовности персонала и руководства к трансформациям. Использование углубленных цифровых моделей (модель полной цифровой трансформации, модель построения цифрового бизнеса) в рамках неподготовленных компаний может привести не только к отсутствию экономического эффекта, но и к полной потере бизнеса.

Таким образом, реализация проекта цифровой трансформации организации первоначально предполагает обоснование ее содержательных аспектов, в т. ч. в границах выбора реализуемой модели трансформации и набора используемых инструментов. При этом проведе-

ние цифровой трансформации осуществляется с использованием широкого цифрового инструментария, затрагивающего различные характеристики трансформационных процессов. В целом в настоящее время выделяется четыре основные группы таких инструментов:

1. Программно-технического характера.
2. Нормативно-правовые.
3. Организационные.
4. Финансовые.

Исследуем сущность и содержание каждой из данных групп.

Наиболее распространенной группой инструментов являются **программно-технические**, которые способствуют автоматизации бизнес-процессов и интеграции всех потоков данных в рамках формируемой цифровой бизнес-модели организации. Говоря о данной группе инструментов, первоначально стоит упомянуть широко используемые информационные системы и базы данных, а также беспроводную связь, которые можно отнести к традиционному инструментарию.

Цифровая трансформация компаний, в первую очередь, опирается на внедряемые в различные направления бизнеса отдельные классы информационных систем:

- системы управления предприятием ERP (Enterprise Resource Planning) – программное обеспечение, ориентированное на интеграцию производства и операций, управление трудовыми ресурсами, финансовый менеджмент и управление активами;

- системы управления взаимодействием с клиентами CRM (Customer Relationship Management) – прикладное программное обеспечение, предназначенное для автоматизации стратегий взаимодействия с клиентами с целью повышения уровня продаж, оптимизации маркетинга и улучшения обслуживания;

- системы управления взаимодействием с поставщиками SRM (Supplier Relationship Management) – программное обеспечение, предназначенное для оптимизации закупочной деятельности, правильного выбора поставщиков и работы с ними;

- системы управления производственными процессами MES (Manufacturing Execution System) – программное обеспечение, предназначенное для решения задач синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции в рамках производства;

– системы управления основными фондами предприятия EAM (Enterprise Asset Management) – прикладное программное обеспечение управления основными фондами предприятия в рамках выбранной стратегии;

– системы управления корпоративным контентом ECM (Enterprise Content Management) – программное обеспечение управления документами и другими типами контента, а также их хранения, обработки и доставки в масштабах предприятия;

– системы управления персоналом HRM (Human Resource Management) – программное обеспечение, позволяющее автоматизировать большую часть бизнес-процессов, касающихся жизнедеятельности сотрудников компании;

– системы управления цепями поставок SCM (Supply Chain Management) – программное обеспечение, предназначенное для автоматизации и управления всеми этапами снабжения предприятия и контроля всей цепи товародвижения;

– системы управления складом WMS (Warehouse Management System) – программное обеспечение, обеспечивающее оптимизацию и автоматизацию складской работы предприятия;

– системы управления бизнес-процессами BPM (Business Process Management) – программные продукты для управления бизнес-процессами и административными регламентами в организации за счет их мониторинга и моделирования [2; 39].

При этом наиболее широким функционалом из отмеченных обладают системы класса ERP, что наглядно видно при оценке взаимосвязи представленных систем на рис. 1.6. В целом системы класса ERP обеспечивают решение наибольшего количества задач, при этом они содержат модули, покрывающие функционал MES, EAM, HRM, WMS и SCM-решений. CRM и ECM-системы решают немного другой класс задач, нацеленный на построение цепочки внешнего взаимодействия с клиентами. SRM-системы одновременно отвечают за выстраивание аналогичной цепочки в границах взаимоотношений с поставщиками.

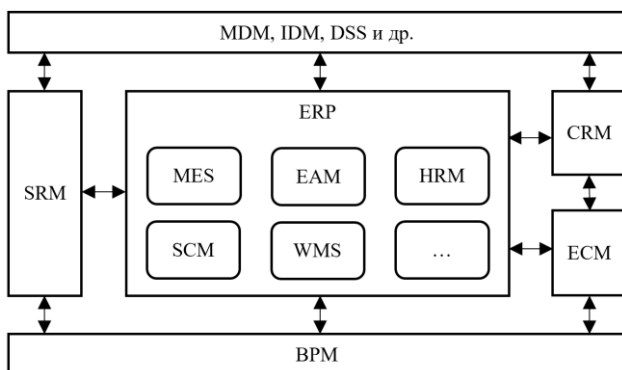


Рис. 1.6. Взаимосвязь и соотношение традиционных информационных систем управления

Источник: разработка авторов.

Наряду с системами, отвечающими за цифровизацию всей цепочки создания стоимости продукции, в рамках управления предприятиями используются решения, фактически обеспечивающие работу представленных выше систем. К ним относятся следующие системы: управления мастер-данными MDM (Master Data Management), используемые для определения и управления основными данными компании; поддержки принятия решений DSS (Decision Support System), целью которых является помощь в принятии решений в сложных условиях; управления доступом и учетными данными пользователей IDM (Identity Management), обеспечивающие повышение безопасности и производительности информационных систем.

Одновременно с традиционными инструментами современный этап развития предполагает использование широкого спектра инновационных, таких как: Интернет-вещей, искусственный интеллект, большие данные и аддитивные технологии, технологии связи, облачные и блокчейн технологии, цифровое моделирование и др. Характеристика ключевых инновационных инструментов цифровой трансформации отражена в прил. 3. В целом процесс цифровой трансформации предусматривает первоначальное использование традиционных инструментов при последующем внедрении в различные управленческие области инновационных технологий [86].

Напрямую с инструментами программно-технического характера связана другая группа инструментов – **нормативно-правовые**. Данная взаимосвязь обусловлена необходимостью закрепления на законодательном уровне правил использования тех или иных программных средств и технологий, а также установления основ функционирования организаций, использующих инновационные инструменты цифровой экономики.

Рассмотрение практики использования нормативно-правовых инструментов позволяет обосновать их следующую классификацию в зависимости от:

1) характера воздействия на: а) прямые, включающие нормативно-правовые акты, регулирующие процесс и особенности цифровой трансформации, в том числе в рамках отдельных видов деятельности, и б) косвенные, включающие законодательные акты, регулирующие вопросы защиты объектов интеллектуальной собственности, защиты конфиденциальной информации и персональных данных, обмена электронными документами, а также систему ключевых нормативно-правовых актов страны (Конституция, кодексы, декреты);

2) сферы воздействия на регулирующие: а) практическое применение отдельных цифровых технологий (например, законодательные акты, содержащие правовые основы внедрения блокчейна или использования электронных кошельков), б) основы функционирования организаций в условиях цифровизации (в т. ч. нормативно-правовые акты, затрагивающие область электронного документооборота и электронной цифровой подписи, а также процесс и целевые показатели внедрения технологий (при наличии));

3) отраслевой принадлежности на регулирующие: а) процесс цифровой трансформации транспортной отрасли, б) строительной отрасли, в) торговой сферы, г) финансового сектора и т. д.;

4) масштаба влияния на затрагивающие цифровую трансформацию: а) отдельных организаций и учреждений (субъектов малого, среднего и крупного предпринимательства, а также государственных предприятий и учреждений), б) отраслей (видов деятельности), в) национальной экономики в целом (в т. ч. включающие различные государственные программы), и г) экономики в рамках интеграционных объединений.

В совокупности все нормативно-правовые инструменты вне зависимости от их принадлежности к той или иной классификационной

группе формируют базис для использования программно-технических, организационных, а также финансовых инструментов. Незрелость данной группы инструментов приводит к возникновению сложностей в процессе цифровой трансформации и наличию проблем при выстраивании взаимоотношений с партнерами и потребителями в рамках новой цифровой бизнес-модели.

Кроме отмеченных групп, в рамках цифровой трансформации используются **организационные инструменты**, позволяющие приводить выстроенные ранее организационные структуры в соответствие с новой цифровой бизнес-моделью. Это необходимо для эффективного использования встроенных цифровых технологий и обеспечения качественного информационного взаимодействия подразделений, а также для поддержания стабильного функционирования цифровой инфраструктуры. При этом первостепенное значение имеют те инструменты, которые нацелены на оптимизацию организационных связей и формирование в рамках структуры новых подразделений или должностей, отвечающих за грамотное управление цифровой инфраструктурой, поэтому они были подробнее рассмотрены в рамках данного исследования.

На практике применение организационных инструментов цифровой трансформации реализуется в рамках одного из четырех вариантов, которые могут быть наглядно проиллюстрированы на примере классической структуры отечественных организаций, выстроенной по линейно-функциональному принципу.

Первый вариант реализации организационного инструментария предполагает формирование в рамках структуры компании специализированного подразделения (отдела цифрового развития), в функции которого вменяется как первичное включение цифровых инструментов в бизнес-процессы, так и последующее обеспечение их эффективного функционирования (рис. 1.7). В границах данного варианта поддерживается линейно-функциональный принцип построения организационной структуры, и наблюдается лишь повышение численности или расширение обязанностей функциональных подразделений. При этом формирование отдела цифрового развития может быть осуществлено «с нуля» или на основе существующего IT-отдела (при его наличии). Именно в зависимости от принятого вари-

анта будет наблюдаться или расширение организационной структуры новым подразделением или трансформация структуры с пересмотром ключевых функций ранее существующего IT-отдела.

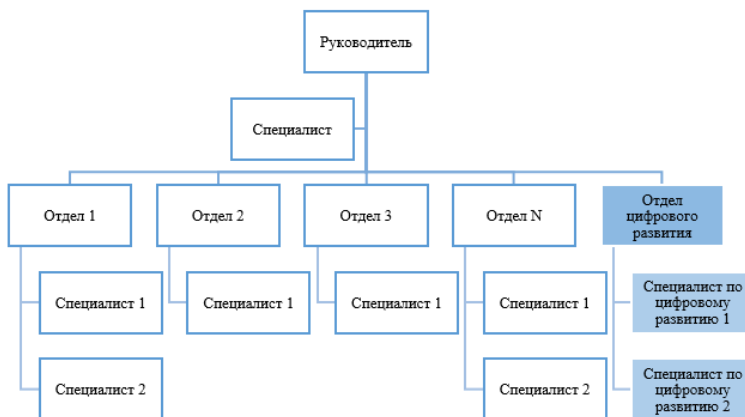


Рис. 1.7. Реализация организационного инструментария в рамках функционирования специализированного подразделения

Источник: разработка авторов.

Представленный вариант характерен, в первую очередь, для крупных организаций, цифровая трансформация которых имеет существенные масштабы и специфические особенности.

Второй вариант реализации организационного инструментария имеет схожую природу, однако, чаще используется субъектами малого и среднего бизнеса, имеющими узкую и неразветвленную систему бизнес-процессов. Такой вариант предусматривает создание должности специалиста по цифровому развитию в рамках отдельного подразделения компании (например, имеющегося IT-отдела) с подчинением начальнику такого подразделения или в рамках организационной структуры в целом (в данном случае наблюдается прямое подчинение специалиста по цифровому развитию руководителю организации), что представлено на рис. 1.8.

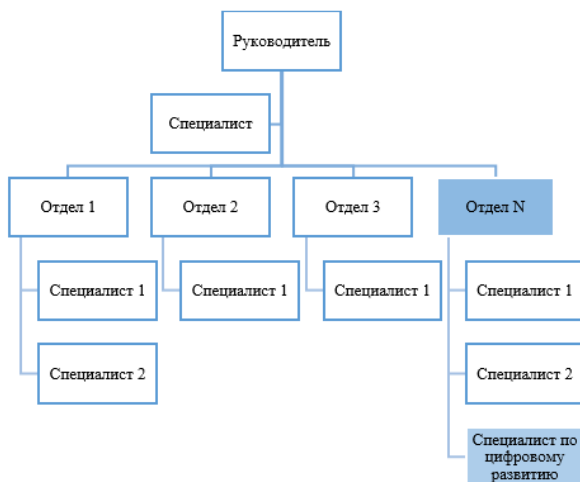


Рис. 1.8. Реализация организационного инструментария в виде создания должности специалиста по цифровому развитию

Источник: разработка авторов.

Реализация организационного инструментария в виде создания должности специалиста по цифровому развитию, как и предыдущий вариант, предусматривает сохранение линейно-функционального принципа построения организационной структуры.

Третий вариант существенно отличается от ранее рассмотренных и предполагает формирование команд для реализации отдельных цифровых проектов. Фактически в рамках данного варианта в организационную структуру компании, реализованную по линейно-функциональному типу, внедряются элементы матричной структуры (рис. 1.9). В рассматриваемом варианте предусматривается формирование команды из числа имеющихся сотрудников организации, с обязательным назначением ответственных лиц и руководителя проекта. Существенным преимуществом реализации организационного инструментария путем формирования команды выступает включение в нее специалистов с различным профилем, позволяющее учитывать все аспекты цифровой трансформации. После реализации необходимого объема проектной работы каждый из членов команды продолжает осуществление стандартных рабочих функций.

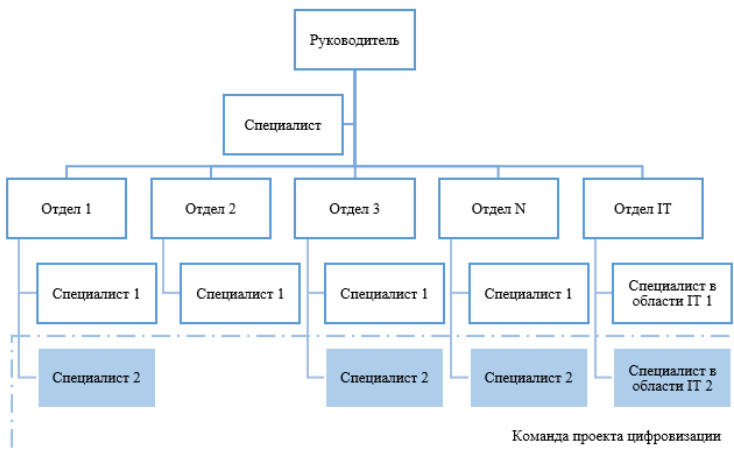


Рис. 1.9. Реализация организационного инструментария путем формирования команды по реализации проектов цифровизации

Источник: разработка авторов.

Представленный вариант реализации организационного инструментария наименее распространен на отечественных предприятиях вследствие существующей специфики, а иногда и отсутствия работников должной квалификации.

Кроме корректировки внутренней организационной структуры, компанией может быть реализован четвертый вариант, при котором цифровая трансформация производится с привлечением специализированных организаций на основе аутсорсинга. В данном случае наблюдается развитие внешних организационных связей и передача всех функций по цифровизации отдельных управленческих областей и (или) групп бизнес-процессов аутсорсинговой компании – рис. 1.10.

Ключевым недостатком данного варианта выступает существенная зависимость от внешнего исполнителя и необходимость его комплексного ознакомления с процессами организации, что требует дополнительных затрат времени, а также обуславливает возникновение рисков нарушения информационной безопасности. Эти факты, а также слабое развитие отечественного рынка аутсорсинга, привели к тому, что данный вариант реализации организационного инструментария используется крайне редко. На аутсорсинг в основном передается разработка соответствующего программного обеспечения с наладкой общей сервисной системы без полного погружения в текущие бизнес-процессы.

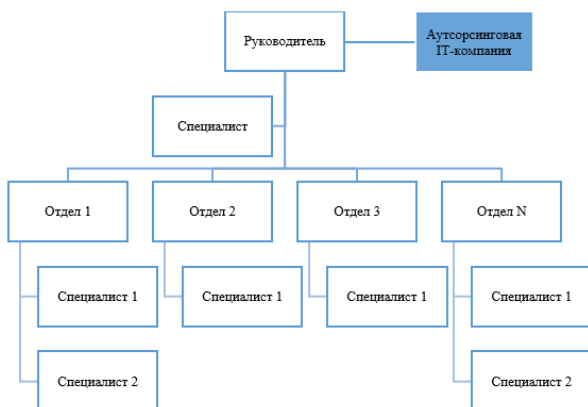


Рис. 1.10. Реализация организационного инструментария в виде привлечения специализированных организаций на основе аутсорсинга
 Источник: разработка авторов.

В целом можно отметить наличие довольно широкого организационного инструментария, способствующего проведению цифровой трансформации национальных компаний. При этом наибольшее распространение среди современных отечественных организаций нашли первые два варианта, применяемые в зависимости от масштабов бизнеса и специфики построения бизнес-процессов.

Последней группой инструментов являются **финансовые**. Они используются для финансового обеспечения мероприятий по цифровой трансформации внутренних систем и включают в себя совокупность существующих в настоящее время инструментов и схем финансирования. Реализация финансовых инструментов может осуществляться в рамках двух вариантов: производиться организациями самостоятельно или предусматривать дополнительное привлечение государственных средств.

В рамках первой группы наибольшее распространение нашли следующие варианты финансирования:

1. Использование организацией собственных денежных средств, накопленных в рамках текущей деятельности в виде получаемой чистой прибыли, а также амортизационных отчислений. Данный вари-

ант характерен для эффективно функционирующих и стабильно развивающихся компаний, имеющих существенные запасы свободных денежных средств.

2. Привлечение средств в виде внутреннего или иностранного кредита в национальной или зарубежной валюте. Кредитование в качестве основного варианта финансирования применяется чаще всего при отсутствии у организаций собственных резервов и одновременного установления возможности получения значимого экономического эффекта от цифровой трансформации, позволяющего в полном объеме покрыть объем заемных средств и выполнить процентные обязательства.

3. Привлечение средств в виде займа иной организации. Данный вариант финансирования является аналогичным кредитованию, за исключением характера субъекта, предоставляющего денежные средства, – на смену банкам и небанковским кредитным учреждениям приходят иные субъекты хозяйствования, зачастую являющиеся действующими или потенциальными партнерами организации, осуществляющей цифровую трансформацию. Существенным отличием данного варианта финансирования от кредитования выступает возможность получения финансовых ресурсов на основе беспроцентного использования.

4. Привлечение средств инвесторов, в т. ч. в рамках выпуска дополнительного объема акций. Данный инструмент может быть реализован в рамках приобретения инвестором имущественных комплексов, зданий или сооружений организаций, приобретения иных имущественных прав, а также приобретения облигаций, акций, паев и иных ценных бумаг. Привлечение средств в рамках выпуска дополнительного объема акций свойственно организациям, созданным в форме открытых и закрытых акционерных обществ.

К финансовым инструментам, предусматривающим привлечение средств государства, можно отнести:

1. Государственные гранты и субсидии для организаций, деятельность которых затрагивает области и отрасли, имеющие первостепенное значение для развития экономики.

2. Налоговые льготы, представляющие собой косвенный инструмент финансирования и позволяющие обеспечивать процесс цифровой трансформации за счет средств, сэкономленных при использовании уменьшенных налоговых ставок.

3. Льготное кредитование, предусматривающее получение кредитных средств с условием частичной оплаты государством основного долга и/или процентных платежей. Важно отметить, что использование представленного варианта финансирования свойственно чаще для бюджетных учреждений и государственных организаций.

Кроме отмеченных инструментов, в рамках обеспечения цифровой трансформации на различных ее этапах могут использоваться такие инструменты, как лизинг (привлечение заемных средств в виде соглашения, предусматривающего выплату в течение периода своего действия сумм, покрывающих полный объем инвестирования), факторинг (особый вид финансирования, осуществляемый под уступку денежного требования, при котором одна из сторон сделки обязуется вступить в денежное обязательство между кредитором и должником путем выплаты суммы обязательства должника кредитору), форфейтинг (форма кредитования, предусматривающая приобретение финансовым агентом коммерческого обязательства заемщика перед кредитором), кредитование ценными бумагами и т. д. Например, в рамках обеспечения функционирования цифровой инфраструктуры и получения полного технического обеспечения может использоваться лизинг. Одновременно, при наличии высокого уровня дебиторской задолженности для финансирования цифровой трансформации за счет собственных средств может быть первоначально использован инструмент факторинга.

Как видно, финансовые инструменты цифровой трансформации организаций довольно разнообразны. При этом на практике имеются существенные ограничения при использовании каждого из них в различных сферах деятельности.

Грамотный выбор финансовых инструментов напрямую влияет на результативность применения инструментов иных групп и фактически обуславливает их доступность и эффективность. В данном контексте вопросам финансового обеспечения процесса цифровой трансформации стоит уделять особое внимание уже на этапе проектирования цифровой инфраструктуры.

Систематизированное рассмотрение представленного инструментария цифровой трансформации бизнеса позволяет установить, что процесс построения цифровых бизнес-моделей первостепенно предполагает использование инструментов программно-технического и организационного характера, направленных на формирование основных составляющих цифровой инфраструктуры и проработку новой

системы управления. Кроме того, цифровая трансформация требует создания конкретной законодательной базы, регулирующей отдельные вопросы функционирования субъектов цифровой экономики, а также использования финансовых инструментов, позволяющих обеспечивать финансирование соответствующих мероприятий. Эффективное проведение мероприятий по цифровой трансформации предполагает обязательное совокупное использование всего представленного инструментария и их взаимосвязку во времени.

1.2. Специфика организационно-экономических подходов к цифровой трансформации организаций транспорта

Одной из наиболее цифровизированных сфер деятельности в настоящее время является транспортная отрасль. Высокий уровень ее цифровизации обуславливается, в первую очередь, существенной конкуренцией и широкими возможностями, открываемыми цифровыми технологиями. Автоматизация и внедрение новейших IT-технологий (Big Data, блокчейн, Интернет вещей, облачные технологии, искусственный интеллект, RFID, мобильные приложения), а также использование беспилотных транспортных средств, систем распознавания и навигации, а также прочих технологий, существенно повышают эффективность предоставления транспортно-логистических услуг.

Транспорт представляет собой отрасль материального производства, осуществляющую комплекс транспортно-технологических процессов при перемещении пассажиров и грузов. Современный транспорт включает мощную сеть железнодорожных, морских, речных, автомобильных, воздушных, трубопроводных, городских и промышленных коммуникаций. Каждый из видов транспорта выполняет определенную функцию в соответствии с технико-экономическими характеристиками, провозной способностью, географическими и историческими особенностями развития. Перемещая ежегодно миллионы тонн сырья, материалов, продукции, а также пассажиров с достаточно высоким уровнем комфорта и скорости, транспорт обеспечивает массовое производство, глубокое разделение труда, внутреннюю и внешнюю торговлю, а также способствует развитию науки.

В социально-экономическом отношении **транспортная отрасль** представляет собой совокупность субъектов хозяйственной деятель-

ности, оказывающих услуги по перевозке пассажиров и грузов, находящихся в постоянном взаимодействии и взаимосвязи, независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности. Транспорт, как отрасль экономики, включает с себя следующие виды транспорта:

- железнодорожный;
- автомобильный;
- речной;
- морской;
- нефтепроводный;
- воздушный [24, с. 9–17].

Особенности технико-экономических характеристик данных видов транспорта сгруппированы в табл. 1.3.

Таблица 1.3 – Преимущества и недостатки технико-экономических характеристик различных видов транспорта

Вид транспорта	Особенности и преимущества технико-экономических характеристик	Имеющиеся недостатки технико-экономических характеристик
1	2	3
Железнодорожный транспорт	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая пропускная и провозная способность, возможность единовременной поставки клиенту значительных объемов грузов. 2. Существенно высокая скорость доставки. 3. Регулярный характер грузовых и пассажирских перевозок, не зависящий от климатических условий, времени года и суток. 4. Невысокая себестоимость перевозок и более короткий путь движения по сравнению с речным и морским транспортом 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Менее высокая маневренность и скорость доставки грузов по сравнению с автомобильным транспортом 2. Невозможность доставки «до двери».
Автомобильный транспорт	<ol style="list-style-type: none"> 1. Более высокая маневренность и скорость доставки грузов, чем на железнодорожном, речном и морском транспорте. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая себестоимость (автомобильный транспорт выгоден для

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3
	2. Наличие возможности доставки грузов напрямую от склада до склада, минуя перегрузочные операции. 3. Высокая маневренность и возможность выбора маршрута в рамках перевозки пассажиров. 4. Значительный объем рыночного предложения	транспортировки грузов на короткие расстояния (до 300 км) и небольшими партиями)
Речной транспорт	1. Невысокая себестоимость и большая провозная способность на глубоководных реках. 2. Невысокие капитальные затраты и расход топлива. 3. Существенная эффективность в доставке массовых грузов, а также при доставке грузов совместно с железнодорожным транспортом	1. Нерегулярность перевозок. 2. Невысокая скорость доставки. 3. Невысокая маневренность и частое несовпадение направления течения реки с необходимыми грузопотоками
Морской транспорт	1. Низкая себестоимость перевозок на дальние расстояния и высокая скорость движения по сравнению с речным транспортом. 2. Меньшие затраты по сравнению с речным и железнодорожным транспортом при массовых перевозках на дальние расстояния. 3. Наличие возможности обеспечения массовых межконтинентальных перевозок грузов и пассажиров между портами	1. Нерегулярность перевозок. 2. Невысокая скорость доставки. 3. Существенная зависимость скорости доставки от загруженности портов
Нефтепроводный транспорт	1. Наиболее низкая себестоимость перевозки для отдельного перечня продукции. 2. Существенная протяженность трубопроводов, обеспечивающая разнонаправленность и высокие объемы потоков	1. Возможность использования исключительно для ограниченного перечня продукции
Воздушный транспорт	1. Высокая скорость и малые сроки доставки грузов и пассажиров. 2. Возможность использования в районах, где отсутствует наземный и водный транспорт.	1. Высокой стоимостью при транспортировке грузов на короткие расстояния (до 300 км) и небольшими партиями.

Окончание таблицы 1.3

1	2	3
	3. Существенная эффективность при необходимости мгновенной доставки пассажиров и скоропортящихся грузов	2. Невозможность доставки «до двери»

Источник: разработка авторов.

Отмеченные особенности технико-экономических характеристик каждого из видов транспорта напрямую влияют на спрос на услуги соответствующих транспортных компаний. В последние годы одновременно наблюдается существенное воздействие на эффективность каждого из видов транспорта **внешних факторов** в виде последствий распространения коронавирусной инфекции COVID-19 и одновременного изменения геополитической ситуации в мире. Так, в рамках распространения коронавирусной инфекции произошли следующие существенные сдвиги:

а) в рамках пассажирских перевозок:

- значительно сократился объем перевозки пассажиров автомобильным транспортом в результате введения запрета на въезд в отдельные страны;

- повысился спрос на воздушный и железнодорожный транспорт за счет более лояльных эпидемиологических требований и предоставления возможности въезда во многие страны мира исключительно данными видами транспорта;

- сократилась география перевозок пассажиров по всем видам транспорта, а отдельные направления перевозок были закрыты полностью на протяжении длительного периода времени;

б) в рамках грузовых перевозок:

- повысился спрос на услуги железнодорожного транспорта как наиболее надежного перевозчика, позволяющего получать грузы в необходимое время за короткий срок за счет более высокой пропускной способности и наличия более лояльных эпидемиологических требований;

- сократилась эффективность работы автомобильного транспорта за счет необходимости прохождения водителями проверочных процедур на каждой из границ и введения временных ограничений на посещение отдельных стран в целом;

- актуализировалась возможность доставки грузов воздушным транспортом за счет возможности одновременной перевозки большого объема грузов за короткие сроки.

Дополнительное значительное влияние на развитие транспортной отрасли отдельных стран (в особенности стран СНГ и Европейского союза) оказали наблюдаемые политические дисбалансы (как внутренние, так и внешние), в границах которых:

- произошло закрытие территорий отдельных стран и интеграционных объединений для воздушного и/или автомобильного транспорта, носящее в основном двухсторонний характер;

- возникла необходимость перестроения воздушных путей, направленная на исключение на маршруте территорий повышенной опасности;

- ужесточились требования к перевозчикам и усложнилась процедура получения разрешений на перевозку грузов по территории отдельных стран.

Отмеченные факторы, оказывающее существенное влияние на работу транспорта, фактически сформировали облик внешних специфических характеристик функционирования транспортных организаций на современном этапе. Одновременно сохранились внутренние особенности работы транспорта.

Внутренние специфические особенности транспорта заключаются, в первую очередь, в том, что в отличие от других отраслей материального производства здесь не создаются новые материальные ценности, обладающие соответствующими физическими характеристиками. Продукция транспорта не существует отдельно от самого процесса производства. В то же время полезный эффект, связанный с перевозками грузов, обеспечивает связи производителей и потребителей, а связанный с перевозкой пассажиров, является потребительской стоимостью транспортной продукции. При этом производственный процесс на транспорте состоит из следующих этапов:

- погрузка грузов или размещение пассажиров в подвижном составе;
- перемещение пассажиров и грузов между пунктами отправления и назначения;

- выгрузка грузов и посадка пассажиров в пункте назначения.

Каждый из данных этапов складывается из ряда операций, отличающихся при перевозке грузов и пассажиров. Погрузка груза включает

работы по подготовке груза к отправлению, закреплению, увязке, взвешиванию, подсчету, оформлению документации. Размещение пассажиров в подвижном составе одновременно предусматривает предоставление доступа к выкупленному месту, проверку проездных документов и информирование о пути следования. Для последующего перемещения пассажиров и грузов выбирается вид транспорта, тип используемого средства передвижения, а также маршрут движения. В процессе перевозки обеспечивается безопасность перемещения пассажиров и сохранность грузов, осуществляется заправка транспортных средств горюче-смазочными материалами и контроль за движением. При выгрузке грузов производится ознакомление грузополучателя с товарораспорядительными документами, взвешивание и подсчет груза, выявление порчи или потерь. При высадке пассажиров обеспечивается возможность выхода из транспортного средства, а также проведение всех необходимых сопутствующих процедур (пограничный контроль, трансфер и т. д.).

Кроме специфического характера перевозочного процесса и не вещественной формы продукции транспорта, к одной из его особенностей относится то, что транспорту не принадлежит предмет его труда. В рамках текущей деятельности транспортным организациям присущи все три органических элемента, которые характерны для любой отрасли материального производства:

- средства труда, т. е. транспортные средства и подвижной состав;
- предметы труда, т. е. объекты перевозки в виде грузов и пассажиров;
- целесообразная деятельность людей, т. е. труд.

При этом, если для производственных организаций свойственно возникновение права собственности на выпускаемые товары, то в рамках транспортной отрасли перевозимые грузы принадлежат отправителям и получателям грузов, а перевозимые пассажиры имеют свободу и лишь подчиняются правилам перевозок.

Динамичность средств транспорта является еще одной его отличительной особенностью. Так, если в любой промышленной отрасли основные средства производства (используемые машины и оборудование, агрегаты и пр.) являются относительно статичными, т. е. неподвижными по отношению к тому производственному объекту, на

котором они находятся, и вырабатывают свою продукцию, не покидая границ предприятия, то основные средства транспорта, подвижной состав, должны обязательно перемещаться из одного пункта в другой, обеспечивая перевозочный процесс и создавая и тем самым свою транспортную продукцию. Другими словами, средства транспорта постоянно находятся в движении по сети путей сообщения, что и выражает эту его отраслевую особенность, не присущую другим отраслям материального производства. Исходя из этого можно считать, что транспорт представляет собой крупную динамическую систему, во многих отношениях более сложную, чем другие отрасли материального производства.

С учетом высокой динамичности, деятельность транспортных организаций существенно зависит от географических условий, особенно от топографических особенностей горных цепей, равнин, долин и береговой полосы, являясь средством заполнения географических разрывов между производством и потребителем, а также характеризуется неравномерностью использования транспортных средств в течение года. Единая транспортная система при этом включает различные виды транспорта (железнодорожный, автомобильный (в том числе автобусный, таксомоторный), трамвайный, троллейбусный, воздушный, трубопроводный, морской и речной транспорт, метрополитены), каждый из которых выполняет определенную функцию в соответствии со своими технико-экономическими особенностями, провозной способностью, географическими и историческими особенностями развития.

Транспортную отрасль отличает не только своеобразие продукции и процесса перевозки, но и специфика системы организации и управления. В данном контексте стоит отметить более существенную взаимосвязку компонентов в рамках отдельных составляющих перевозочного процесса, а также использование специфического алгоритма ценообразования. Так, цены на транспортную продукцию складываются на основе тарифов на грузовые и пассажирские перевозки. При этом в качестве единицы измерения транспортной продукции используют: тонно-километры, пассажиро-километры, количество пассажиров, тонны грузов и др.

Таким образом, внутренние особенности функционирования транспортных предприятий представлены следующим:

- специфическим характером перевозочного процесса и отсутствием вещественной формы продукции транспорта;
- динамичностью средств транспорта;
- отсутствием (не возникновением) права собственности на предметы труда;
- зависимостью от географических условий, особенно от топографических особенностей, и социально-экономических факторов;
- неравномерным использованием транспортных средств в течение года;
- спецификой системы организации и управления, а также используемых управленческих инструментов.

В дополнение к отмеченному стоит подчеркнуть, что деятельность отдельных транспортных предприятий может осуществляться в условиях естественной монополии, что также является определенной особенностью. Естественным монополистом на транспорте является, прежде всего, железная дорога. В качестве монополиста может также выступать и автотранспортное предприятие, имеющее специализированный подвижный состав или размещающееся в районе, где нет других автовладельцев. Естественный монополист-транспортник всегда пытается извлечь из своего положения максимальную пользу, завышая тарифы, отказываясь от невыгодных для него транспортных перевозок и т. д.

Таким образом, транспортная отрасль, равно как и деятельность транспортных организаций, обладает существенными специфическими особенностями, напрямую влияющими на все трансформационные процессы. В данном контексте в рамках проработки алгоритма цифровой трансформации транспортных организаций важно учитывать имеющиеся внутренние и внешние ограничения. С учетом отмеченного, цифровая трансформация транспорта представляет собой многоплановый процесс, охватывающий авиационные, автомобильные, железнодорожные, морские перевозки, а также все логистические процессы вдоль цепочки поставок. При этом основу для цифровой трансформации транспортного комплекса создают цифровые бизнес-модели, выстроенные основными игроками рынка – транспортными организациями.

Цифровая трансформация транспортных компаний предусматривает качественное изменение системы управления перевозочным процессом, основанное на использовании цифровых технологий, вертикальной и горизонтальной интеграции и создании новых цепей поставок, позволяющих обеспечивать повышение качества жизни и сохранности ресурсов и потенциала компании, включая решение вопросов безопасности, целостности и эффективности. Ядром цифровой трансформации транспортных организаций при этом выступает полная интеграция интеллектуальных коммуникационных технологий между пользователем, транспортным средством, системой управления движением и инфраструктурой. Обоснование *содержательных аспектов цифровой трансформации транспортных организаций* с учетом ранее определенных особенностей, требует некоторой корректировки общих содержательных аспектов, сущность которой наглядно отражена на рис. 1.11.

Как наглядно видно, в рамках содержательных аспектов цифровой трансформации транспортных организаций производится дополнительное выделение двух принципов: 1) принципа обратной связи, предусматривающего, что модель цифровой трансформации должна иметь возможность перехода на предыдущий этап для проведения корректировок; 2) принципа внешней цифровизации, предполагающего обязательное установление в процессе трансформации внешних цифровых связей с ключевыми партнерами (в данном контексте речь идет, в первую очередь, о факте принадлежности подвижных составов и транспортной инфраструктуры различным собственникам, и необходимости их цифровой координации).

Одновременно в рамках цифровой трансформации транспорта ограничиваются варианты применяемых цифровых моделей: возможно использование или модели полной цифровой трансформации, или модели частичной цифровой трансформации. Модель полной цифровой трансформации при этом более применима в деятельности малых транспортных компаний (первостепенно в рамках автомобильного транспорта) при ограниченном количестве транспортных средств и процессов, а модель частичной цифровой трансформации фактически выступает единственным вариантом, который может использоваться при цифровой трансформации средних и крупных транспортных организаций за счет существенной специфичности и

взаимозависимости процессов, а также необходимости цифровой трансформации инфраструктуры.



Рис. 1.11. Изменение содержательных аспектов в рамках цифровой трансформации транспортных организаций

Источник: разработка авторов.

В целом цифровая трансформация на транспорте предполагает практически полную автоматизацию большинства бизнес-процессов, как основных, организующих процесс перевозки пассажиров и грузов, так и вспомогательных, обеспечивающих функционирование организации. Внедрение цифровых технологий в основные бизнес-процессы предусматривает разработку и применение систем управления и мониторинга перевозок (как составляющей управления движением), а также использование инструментов интеллектуального планирования и диспетчерского управления движением, инструментов цифрового моделирования и мониторинга состояния и располо-

жения транспортных средств, технологий диагностики объектов инфраструктуры (как составляющих управления инфраструктурой). В рамках обеспечивающих бизнес-процессов транспортных компаний цифровая трансформация заключается в оптимизации корпоративных систем управления, в совокупности с модернизацией технологий проектирования и определения эффективности строительства объектов инфраструктуры, а также построением единой системы управления имуществом, ресурсами и финансовой деятельностью, обеспечивающей должный уровень информационной безопасности.

Исходя из отмеченного, *цифровая трансформация охватывает три фундаментальные составляющие перевозочного процесса:*

- организацию перевозок;
- транспортные средства (подвижной состав);
- технические средства инфраструктуры.

Первоначально в рамках цифровизации реализуются меры, направленные на информатизацию и автоматизацию перевозочного процесса, включающие: разработку и внедрение единой автоматизированной системы управления и системы отслеживания, а также автоматизацию отношений с клиентами, в том числе с использованием электронного документооборота. Одновременно осуществляется модернизация транспортных средств через внедрение систем навигации и систем управления подвижными составами. Последней областью цифровизации выступает транспортная инфраструктура, в рамках которой используются современные датчики и устройства на транспортной сети и новейшие цифровые технологии для диагностики объектов инфраструктуры, в совокупности, обеспечивающие повышение надежности и безопасности.

При этом сформированный в настоящее время механизм функционирования транспортных организаций с разветвленной и тесно взаимосвязанной сетью внутренних процессов фактически не позволяет проводить эффективное внедрение цифровых технологий в указанные области по отдельности, т. е. при проведении цифровой трансформации параллельно прорабатываются основы цифровизации всех бизнес-процессов. В данном контексте *цифровая трансформация транспортных организаций в существенной степени связана с полной перестройкой их внутренних бизнес-процессов и внешних взаи-*

мосвязей, и фактически предполагает переход к новой цифровой бизнес-модели, характеризующейся применением способа управления, объединяющего отдельные цифровые технологии и операционные возможности в границах интегрированного комплекса, обеспечивающего достижение стратегических целей (повышение доходов, улучшение качества обслуживания клиентов и рост стоимости активов организации).

Формирование такой модели многие исследователи связывают с последовательным прохождением всех уровней модели зрелости Gartner Stage, которая в классическом варианте определяет шесть ступеней (уровней зрелости) реализации преимуществ управления бизнес-процессами, и первоначально была предназначена для последовательного построения корпоративной стратегии, соответствующей бизнес-целям организации и позволяющей обеспечивать ее гибкость [85, с. 49]. Перенос основ данной модели в плоскость рассмотрения цифровой трансформации транспортной деятельности позволяет говорить о том, что именно уровень зрелости процесса определяет степень его управляемости, а также возможность контроля и мониторинга. При достижении очередного уровня зрелости повышаются показатели эффективности функционирования транспортных организаций за счет повышения адаптивности, контролируемости, точности и прозрачности цепей поставок. Каждый достигнутый уровень является базисом для более качественного построения и эффективной реализации бизнес-процессов на последующих уровнях зрелости.

Рассмотрение **процесса цифровой трансформации транспортных организаций в границах модели зрелости Gartner Stage** (с учетом имеющихся стадий) позволяет выделить следующие уровни цифровой зрелости:

0. Осознание неэффективности.
1. Исследование и построение бизнес-процессов.
2. Внутривнутрипроцессное управление и автоматизация.
3. Автоматизация межпроцессного взаимодействия.
4. Управление цепочкой добавленной стоимости.
5. Построение адаптивной бизнес-модели.

Характеристика отмеченных уровней цифровой зрелости, описывающих процесс цифровой трансформации на транспорте, подробно отражена в табл. 1.4 [85, с. 49–50].

Таблица 1.4 – Уровни (стадии) цифровой трансформации в границах модели зрелости Gartner Stage

Уровень	Наименование уровня	Описание уровня
1	2	3
Уровень 0	Осознание неэффективности	Данная стадия характеризует момент падения уровня эффективности функционирования транспортных организаций, в том числе в сравнении с основными конкурентами
Уровень 1	Исследование и построение бизнес-процессов	В рамках данной стадии с учетом установленной неэффективности производится анализ бизнес-процессов, выявление «узких мест» и моделирование оптимизированных структур
Уровень 2	Внутрипроцессное управление и автоматизация	На данном уровне с учетом сформированных связей производится цифровизация отдельных областей (в первую очередь тех, в рамках которых предполагается получение наиболее быстрого и существенного эффекта)
Уровень 3	Автоматизация межпроцессного взаимодействия	На данном уровне за счет расширения перечня цифровых бизнес-процессов инициируется работа по их интеграции между собой. В последующем на основании созданных связей формируется единая система управления
Уровень 4	Управление цепочкой добавленной стоимости	На данном этапе производится интеграция сформированной системы межпроцессного взаимодействия с бизнес-процессами грузоотправителей, грузополучателей и партнеров, а также запросами пассажиров
Уровень 5	Построение адаптивной бизнес-модели	Данный уровень является итоговым и предполагает полное включение внутренней среды транспортной организации во внешнюю среду путем обеспечения динамичности выстроенных связей и высокой скорости перестройки бизнес-процессов

Источник: разработка авторов.

Стадия осознания неэффективности (нулевая стадия) фиксирует момент падения уровня маржинальности функционирования транспортной организации, установление которого фактически стимулирует начало реализации мероприятий по цифровой трансформации. В рамках следующей стадии производится исследование бизнес-процессов, выстраиваемых в процессе работы транспортных организаций, осуществляется выявление «узких мест», а также моделирова-

ние оптимизированных структур. На втором уровне цифровой зрелости с учетом установленных взаимосвязей производится цифровизация отдельных областей, которая закладывает основу для последующей автоматизации межпроцессного взаимодействия. На третьем уровне, как было отмечено выше, за счет расширения перечня цифровых бизнес-процессов инициируется работа по их интеграции между собой. В последующем на четвертой стадии производится интеграция сформированной системы межпроцессного взаимодействия с бизнес-процессами грузоотправителей, грузополучателей и партнеров, а также запросами пассажиров.

Результатом цифровой трансформации (прохождения всех уровней цифровой зрелости Gartner Stage) выступает создание транспортных бизнес-структур, выстроенных с использованием цифровых технологий и предполагающих постоянный мониторинг работоспособности технических средств, устойчивости и актуальности программных продуктов, а также общей эффективности работы цифровой транспортной организации (в границах обязательного обеспечения непрерывности процесса цифровой трансформации). В данном случае речь идет о полном включении внутренней информационной среды транспортных организаций в сложившуюся внешнюю среду.

Наглядно описанный выше **алгоритм цифровой трансформации транспортных организаций** в границах модели зрелости Gartner Stage представлен на рис. 1.12.

Включение цифровой составляющей в каждую из отмеченных ранее областей управления (транспортные средства (подвижной состав), транспортная инфраструктура и система организации перевозок) приводит к возникновению конкретного набора эффектов.

Применение новейших научных достижений в области автоматизации, самодиагностики и отслеживания транспортных средств позволяет обеспечивать рост безопасности и улучшение качественных характеристик перевозочного процесса. Так, технологии коммуникации между транспортными средствами (Vehicle-to-Vehicle) и объектами умной инфраструктуры (Vehicle-to-Infrastructure) обеспечивают более высокий уровень безопасности обмена данными и сохранности персональных сведений. Использование систем беспилотного (автономного) вождения в сегменте автомобильных перевозок, беспилотных авиационных средств (БАС, БПЛА) в рамках воздушного транс-

порта, и систем автономного или дистанционного управления в морских судах позволяет устанавливать более высокий уровень безопасности перевозочного процесса.



Рис. 1.12. Алгоритм цифровой трансформации транспортных организаций в границах модели зрелости Gartner Stage

Источник: разработка авторов.

Использование современных датчиков и устройств на транспортной сети открывает новые возможности для установления связи с другими системами, государственными учреждениями и поставщиками логистических услуг, а также обнаружения на пути следования препятствий и повреждений, организации профилактического обслуживания. Современные интеллектуальные транспортные системы обеспечивают техническую связанность и фактическую подключенность автотранспорта за счет взаимодействия дорожного полотна, объектов инфраструктуры (светофоров, видеокамер, систем освещения и др.), парка транспортных средств и приложений, разработанных для оперативного управления дорожным движением. Подсистемы регулирования скорости движения позволяют оптимизировать и перераспределять транспортные потоки как в условиях городской застройки, так и на скоростных магистралях.

Внедрение цифровых технологий в систему управления и организации перевозок способствует повышению надежности и производительности операций. Синхронизация и перевод транспортных (перевозочных) документов в электронный вид позволяет ускорить процессы обработки, регистрации и контроля, а также повысить их отслеживаемость. Широкое использование цифровых платформ на основе технологий распределенных реестров (в том числе блокчейна) в рамках осуществления сделок и оформления грузовых перевозок с объединением всех данных и устройств в единую среду, позволяет отслеживать движение на всех этапах цепи поставок, а также совмещать различные виды транспорта в зависимости от типа товара, дорожной ситуации и т. п. Цифровые инструменты моделирования транспортных систем позволяют создавать более экологичный транспорт, работающий на нетрадиционных видах топлива, регулировать уровень выбросов и управлять транспортным средством на протяжении всего жизненного цикла. Применение систем предиктивной аналитики, предоставляющих возможность планирования ремонта и технического обслуживания подвижного состава на основе исследования текущего состояния транспортных средств, обеспечивает повышение сроков и эффективности их эксплуатации.

В совокупности все вышеотмеченное формирует *цифровые способы повышения эффективности организации перевозок пассажиров и грузов*, которые можно разделить в границах отдельных объектных областей (табл. 1.5).

Таблица 1.5 – Цифровые способы повышения эффективности организации перевозок

Объектная область	Качественные изменения, происходящие в рамках цифровой трансформации	Получаемый эффект
1	2	3
Транспортные средства (подвижной состав)	Повышение надежности транспортных средств (подвижных составов) и безопасности перевозок	Энергоэффективное движение
Транспортная инфраструктура	Мониторинг транспортной инфраструктуры в режиме реального времени. Высокоточное обслуживание объектов транспортной инфраструктуры	Эффективное обслуживание инфраструктуры

Окончание таблицы 1.5

1	2	3
Система управления и организации перевозок	Моделирование пропускной способности и планирование движения. Централизованное управление движением с электронным взаимодействием с клиентами	Снижение затрат на обмен информацией. Снижение трудовых затрат

Источник: разработка авторов.

Таким образом, цифровая трансформация всех элементов управления перевозками пассажиров и грузов на транспорте способствует обеспечению мониторинга инфраструктуры в режиме реального времени, высокоточному обслуживанию объектов инфраструктуры, а также повышению надежности транспортных средств (подвижных составов) и безопасности перевозок. При этом организуется централизованное управление движением с возможностью моделирования пропускной способности и планирования цепей поставок. В результате отмеченного, наблюдается снижение эксплуатационных затрат за счет минимизации расходов на обмен информацией и рационализации состава трудовых ресурсов, а также рост эффективности в результате грамотного обслуживания объектов инфраструктуры и организации энергоэффективного движения.

1.3. Методологические подходы к определению уровня цифровой трансформации

Цифровая трансформация транспортных организаций, как показал анализ, имеет существенные специфические черты, в т. ч. определяемые ее содержательными аспектами и используемым инструментарием. Данные специфические черты напрямую влияют на эффективность внедрения цифровых технологий и устанавливаемый в последующем уровень цифрового развития компании. При этом измерение такой эффективности является еще одной сложной проблемой, широко обсуждаемой в современной научной литературе.

Одной из методологий, наиболее подробно оценивающей уровень цифровой трансформации, выступает методология, используемая в расчете *Индекса цифровой трансформации (Digital Transformation Index – DTI)*, предложенного специалистами Экономической и соци-

альной комиссии для Азии и Тихого океана (ESCAP). Данная методология основана на рассмотрении ключевых показателей в границах двух проекций: этапов проведения цифровой трансформации и групп основных факторов влияния. В целом структура DTI включает в общей сложности 15 компонентов, соответствующих пяти группам факторов и трем этапам цифровой трансформации. При этом этапы цифровой трансформации включают три составляющие: создание основы (Foundation), проведение трансформации (Adoption) и развитие цифровых инструментов (Acceleration). Одновременно используются следующие пять тематических групп DTI:

- сеть/инфраструктура (Network/Infrastructure);
- правительство (Government);
- бизнес (Business);
- люди (People);
- экосистема (Ecosystem).

Компоненты Индекса цифровой трансформации состоят из индикаторов, которые с разных сторон характеризуют внедрение цифровых технологий в рассматриваемую область. Общее количество индикаторов составляет 105 ед., при этом группы «сеть/инфраструктура» и «правительство» включают по восемь индикаторов, группа «бизнес» – семь индикаторов, а группы «люди» и «экосистема» – по шесть индикаторов на каждом этапе цифровой трансформации. Оценка по каждому из индикаторов производится на основе статистических данных международных организаций и информации, предоставляемой национальными статистическими комитетами, при этом для нормализации данных используются нижеприведенные формулы (1.1–1.2), позволяющие привести все значения к шкале от 0 до 10:

а) для показателей с оптимальным максимальным значением:

$$B = 100 \cdot \frac{X - \text{Min}}{\text{Max} - \text{Min}}; \quad (1.1)$$

б) для показателей с оптимальным минимальным значением:

$$B = 100 \cdot \frac{\text{Max} - X}{\text{Max} - \text{Min}}; \quad (1.2)$$

где X – позиция страны по индикатору;

Max – максимально возможное значение по индикатору;

Min – минимально возможное значение по индикатору;

Б – балл страны по индикатору.

Ключевым преимуществом ДТІ является возможность отслеживания динамических особенностей цифровой трансформации. Применение предложенной методик в целом позволяет получить весьма обширную характеристику цифровой трансформации, включающую описание данного процесса с различных сторон и на различных этапах, однако, одновременно методика не предполагает оценки уровня цифровизации в рамках отдельных отраслей (видов деятельности) и организаций.

Примером комплексного описания измерения цифровой трансформации на уровне страны является также *методика, заложенная в основу исследования «Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future»*, проведенного Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЕСД) [115]. В данном исследовании процесс цифровой трансформации рассматривается сквозь призму внедрения и использования передовых цифровых технологий – Интернета вещей, искусственного интеллекта, блокчейна, облачных решений и др. Отдельное внимание в рамках оценки уделяется вопросам сбора и анализа доступной информации (в том числе больших массивов данных), а также структурным изменениям спроса на цифровые компетенции. При этом сохраняют актуальность показатели широкополосного подключения к сетям передачи данных. Влияние экономических преобразований на общество оценивается показателями, характеризующими благосостояние.

Интересной является также *методика страновой оценки цифровой экосистемы (Digital Economy Country Assessment – DECA)*, предложенная в 2017 г. Всемирным банком [102]. В основу данной методики положены результаты исследований, полученные международными организациями (ОЭСР, МСЭ, Всемирным экономическим форумом и др.), ведущими мировыми консалтинговыми фирмами, представителями отраслей, а также Всемирным банком. Общая концептуальная схема оценки базируется на изучении процессов развития цифровой экономики, в рамках которых анализируются социально-экономические эффекты («цифровые дивиденды») и условия получения этих дивидендов.

Оценка уровня развития цифровой экономики в стране осуществляется по 14 направлениям, соответствующим 7 компонентам DECA:

- экономическое и социальное воздействие: экономическое воздействие цифровой трансформации; социальное воздействие цифровой информации;

- цифровая трансформация государственного сектора: цифровая трансформация государственного управления; цифровая трансформация социальной сферы (цифровое образование, цифровое здравоохранение, цифровая культура);

- цифровая трансформация бизнеса: государственная политика и регулирование цифрового бизнеса; человеческий капитал для бизнеса; нецифровые факторы, влияющие на цифровую трансформацию бизнеса; цифровая инфраструктура бизнеса; использование цифровых технологий в бизнесе;

- цифровые граждане/потребители: доступ граждан к цифровым технологиям; использование цифровых технологий гражданами;

- цифровой сектор экономики: государственная поддержка сектора; ИКТ-сектор; сектор контента и СМИ;

- цифровые основы: цифровая инфраструктура; совместно используемые цифровые платформы; нарождающиеся цифровые технологии;

- нецифровые факторы: государственная политика и стратегическое планирование; лидерство и институты; законодательство, регулирование и стандарты; НИОКР и инновации в сфере цифровой экономики; бизнес-среда; доверие и безопасность в цифровой экономике.

Оценка отмеченных показателей проводится в рамках отдельных направлений по 5-ти балльной шкале: высокий (5), продвинутый (4), средний (3), формирующийся (2) и начальный (1) уровень. Далее оценивается среднее значение по каждому компоненту и определяется интегральный показатель.

Кроме отмеченных подходов для оценки степени цифровой трансформации бизнеса зачастую используются различные рейтинги развития цифровой экономики, составляемые международными организациями и содержащие отдельные блоки для оценки соответствующих областей. Наиболее известными являются рейтинги, основанные на следующих индексах:

1. Индекс цифровой экономики и общества (Digital Economy and Society Index – DESI).
2. Индекс мировой цифровой конкурентоспособности (IMD World Digital Competiveness Index – WDCI).
3. Индекс цифровой эволюции (Digital Evolution Index – DEI).
4. Индекс цифровизации экономики Boston Consulting Group (e-Intensity).
5. Индекс глобального подключения (Global Connectivity Index – GCI).

Наибольшей популярностью при оценке уровня цифровой трансформации среди отмеченных рейтингов пользуется *Индекс цифровой экономики и общества (DESI)* [121]. Он представляет собой сводный индекс, обобщающий соответствующие показатели по эффективности использования цифровых технологий в Европе, и отслеживает эволюцию государств-членов ЕС в области цифровой конкурентоспособности. DESI обобщенно охватывает четыре области:

- человеческий капитал (Human capital) – навыки Интернет-пользователей и продвинутые цифровые навыки;
- связь (Connectivity) – использование и покрытие фиксированной широкополосной связи, мобильная широкополосная связь и цены на широкополосную связь;
- интеграция цифровых технологий (Integration of Digital Technology) – уровень цифровизации бизнеса и развития электронной коммерции;
- цифровые государственные услуги (Digital Public Services) – эффективность электронного правительства.

Определение интегрального индекса DESI осуществляется с учетом равной значимости каждой из групп показателей по формуле (1.3):

$$DESI = 0,25HC + 0,25C + 0,25IDT + 0,25DPS, \quad (1.3)$$

где HC – уровень развития человеческого капитала;

C – уровень развития связи;

IDT – уровень интеграции цифровых технологий;

DPS – уровень оказания цифровых государственных услуг.

Составляющие индекса рассчитываются по формулам (1.4–1.7):

$$HC = 0,50 \cdot 1a + 0,50 \cdot 1b, \quad (1.4)$$

$$C = 0,25 \cdot 2a + 0,25 \cdot 2b + 0,40 \cdot 2c + 0,10 \cdot 2d, \quad (1.5)$$

$$IDT = 0,15 \cdot 3a + 0,70 \cdot 3b + 0,15 \cdot 3c, \quad (1.6)$$

$$DPS = 1,0 \cdot 4a, \quad (1.7)$$

где 1a – уровень навыков Интернет-пользователей (Internet user skills);

1b – уровень развития продвинутых цифровых навыков (Advanced skills and development);

2a – объем использования фиксированной широкополосной связи (Fixed broadband take-up);

2b – покрытие фиксированной широкополосной связи (Fixed broadband coverage);

2c – объем использования мобильной широкополосной связи (Mobile broadband);

2d – уровень цен на широкополосную связь (Broadband prices);

3a – цифровая интенсивность бизнеса (Digital intensity);

3b – уровень использования цифровых технологий в рамках бизнеса (Digital technologies for businesses);

3c – уровень развития электронной коммерции (e-Commerce);

4a – эффективность электронного правительства (e-Government).

Использование индекса DESI позволяет получить общую оценку эффективности цифровой трансформации в рамках отдельных стран, а также определить области, требующие совершенствования. Кроме того, с учетом наличия данных по всем европейским странам появляется возможность сравнения стран, а также определения тех из них, которые находятся на более высоких этапах цифрового развития с последующим использованием их опыта в рамках обоснования улучшений для других стран.

Широкое использование в практической деятельности также нашел *Индекс цифровизации экономики Boston Consulting Group (e-Intensity)* [97]. В рамках данного индекса проводится комплексная оценка по 28 показателям, разделенным по трем основным направлениям (субиндексам):

- развитие инфраструктуры: доступность и скорость мобильного и фиксированного доступа в Интернет;
- степень развития онлайн-расходов: электронной коммерции и онлайн-рекламы;
- вовлеченность государства, граждан и бизнеса в использование возможностей цифровой экономики.

Отмеченные субиндексы формируются из средневзвешенных значений нескольких параметров, лежащих в их основе. В качестве источников данных для формирования рейтинга используются ежегодно обновляемые международные отчеты, такие как отчеты Gartner, Ovum, Pyramid Research, Euromonitor, отчет ООН об уровне развития электронного правительства (E-Government Survey), отчет Всемирного экономического форума о степени развития информационных технологий (The Global Information Technology Report) и пр.

Популярным считается также *Рейтинг цифровой эволюции стран (DEI)*, составляемый компанией MasterCard совместно с университетом Тафтс (Tufts) [122]. Рейтинг формируется с учетом двух основных факторов: текущего уровня цифрового развития и темпов роста оцифровывания за последние девять лет, которые определяются на базе 170-ти показателей, характеризующих темпы цифровизации и объединенных в четыре субиндекса:

- уровень предложения (наличие доступа к Интернету и степень развития инфраструктуры);
- спрос потребителей на цифровые технологии;
- институциональная среда (политика государства, законодательство, ресурсы);
- инновационный климат (инвестиции в R&D и в цифровые стартапы).

В результате рассчитывается Индекс цифровой эволюции, отражающий прогресс в развитии цифровой экономики, в соответствии с которым все страны разделяются на четыре категории. Первая включает страны-лидеры в инновациях, в прошлом уже демонстрировавшие свое цифровое развитие и сохраняющие темпы роста. Вторая категория – страны, которые достигли высокого уровня цифрового развития ранее, но в настоящее время замедлили свою активность. В третьей категории группируются страны, достигшие не самого высо-

кого уровня цифрового развития, но обладающие большим потенциалом. В четвертой категории находятся страны с низким уровнем цифрового развития и медленными темпами роста.

Следующим индексом, позволяющим косвенно оценить уровень цифровой трансформации, выступает *Индекс мировой цифровой конкурентоспособности (WDCI)* [112], оценивающий, в какой степени страна развивает и использует цифровые технологии, ведущие к трансформации экономики, бизнеса и общества в целом. Цифровую конкурентоспособность определяют по трем основным факторам: знания, технологии и готовность к будущему. Знания, оцениваемые через талант, образование и науку, лежат в основе процесса цифровой трансформации через открытие, понимание и изучение новых технологий. Технология оценивает общий контекст, благодаря которому возможно развитие цифровых технологий. Этот контекст включает в себя нормативно-правовую базу, которая обеспечивает соблюдение соответствующих норм регулирования. Готовность к будущему оценивает уровень готовности экономики к ее цифровому преобразованию.

Каждый из факторов в свою очередь подразделяется на 3 подфактора, оценивающие различные аспекты анализируемых областей, т. е. в целом рассчитываемый индекс предполагает анализ 9 подфакторов. Каждый подфактор, независимо от количества содержащихся в нем критериев, имеет одинаковый вес в общей консолидации результатов. В данном контексте определение Индекса мировой цифровой конкурентоспособности осуществляется по формуле (1.8):

$$WDCI = \frac{1}{3}K + \frac{1}{3}T + \frac{1}{3}FR, \quad (1.8)$$

где K – уровень знаний (Knowledge);

T – уровень технологий (Technology);

FR – готовность к будущему (Future Readiness).

Эти показатели рассчитываются по формулам (1.9–1.11):

$$K = \frac{1}{3}Ta + \frac{1}{3}TE + \frac{1}{3}SC, \quad (1.9)$$

$$T = \frac{1}{3}RF + \frac{1}{3}C + \frac{1}{3}TF, \quad (1.10)$$

$$FR = \frac{1}{3}AA + \frac{1}{3}BA + \frac{1}{3}IT, \quad (1.11)$$

где Та – развитость таланта (Talent);

TE – уровень обучения и образования (Training and Education);

SC – уровень научной концентрации (Scientific Concentration);

RF – развитость нормативно-правовой базы (Regulatory Framework);

C – уровень капитала (Capital);

TF – развитость технологической базы (Technological Framework);

AA – развитость адаптивных отношений (Adaptive Attitudes);

BA – уровень деловой гибкости (Business Agility);

IT – уровень ИТ-интеграции (IT Integration).

Данные подфакторы включают 54 критерия, при этом каждый подфактор не обязательно имеет одинаковое количество критериев (например, для оценки обучения и образования требуется больше критериев, чем для оценки интеграции ИТ). Выбор оцениваемых критериев производится в результате комплексного исследования с использованием экономической литературы, международных, национальных и региональных источников, а также отзывов деловых кругов, государственных органов и научных сообществ. Критериями могут быть как точные данные, количественно измеряющие цифровую конкурентоспособность (например, скорость полосы пропускания Интернета), так и условные данные, которые анализируют конкурентоспособность в границах ее восприятия (например, гибкость компаний). Критерии регулярно пересматриваются и обновляются по мере появления новых теорий, исследований и данных, а также по мере развития мировой экономики.

Значимым для оценки уровня цифровой трансформации является также анализ *Индекса глобального подключения Huawei или Глобального индекса сетевого взаимодействия (GCI)* [107]. Данный индекс отражает прогресс крупнейших стран мира в области перехода на цифровые технологии. Индекс рассчитывают на основе 40 показателей, оценивающих степень развития стран и влияния пяти основных технологических факторов, провоцирующих следующую волну экономического роста в результате инвестиций в ИКТ-технологии:

- развертывание сетей широкополосной связи;
- функционирование центров обработки данных;

- применение облачных сервисов;
- работа с большими данными;
- развитие Интернета вещей (IoT).

Методология расчета Индекса глобального подключения предполагает выполнение горизонтального анализа отмеченных пяти поддерживающих технологий. При этом каждый горизонтальный уровень включает, как минимум, одну переменную для каждого из четырех основополагающих элементов: предложение, спрос, алгоритмы взаимодействия и потенциал. По каждой переменной страна получает рейтинг от 1 (низкий) до 10 (высокий) в зависимости от установленных данных. Каждый показатель имеет шкалу, основанную на реалистичном целевом значении на 2025 г. и далее, с оценкой «10», указывающей на то, что целевое значение достигнуто. Затем оценка каждой страны определяется ее нормализованным значением необработанных данных по отношению к этой шкале. В большинстве базовых случаев значение, которое составляет менее 10 % от целевого, получает оценку 1. Значение от 10 % до 20 % от целевого значения получает оценку 2 и т. д.

Итоговое значение Глобального индекса сетевого взаимодействия (GCI) определяется по формуле (1.12):

$$GCI = \frac{S+D+E+P}{4}, \quad (1.12)$$

где S – оценка по элементу предложение (Supply);

D – оценка по элементу спрос (Demand);

E – оценка по элементу опыт (Experience);

P – оценка по элементу потенциал (Potential).

В случае, если рассчитанные средние значения значительно ниже уровня медианы, отмеченная формула корректируется, чтобы включить значимую дифференциацию в нижней части шкалы и избежать чрезмерной группировки стран с одинаковыми (низкими) баллами GCI.

Систематизация отмеченных методик и рейтингов позволяет выделить их основные черты и произвести сопоставление с последующим выделением слабых сторон (табл. 1.6). В целом каждый из выделенных индексов, и соответствующих им рейтингов, либо делает упор на одной из составляющих цифровой трансформации, либо поверхностно оценивает несколько аспектов формирования цифровой экономики. Отличие пред-

ставленных рейтингов между собой состоит в основном в подходе к определению перечня характеристик для оценки уровня цифровой трансформации и их группировке в субиндексы.

Таблица 1.6 – Методики, используемые для идентификации и оценки уровня цифровой трансформации

Группы показателей	ДТИ	Методика ОЭСР	DECA	DESI	WDCI	DEI	e-Intensity	GCI
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Оценка уровня цифровизации бизнеса								
Использование цифровых технологий в бизнесе	+	+	+	+	+	+	+	+
Использование традиционных инструментов	+	+	+	+	+	-	-	+
Использование инновационных инструментов	-	+	-	+	+	-	-	+
Оценка спроса на цифровые решения со стороны бизнеса	-	+	-	-	-	+	-	-
Анализ цифровой трансформации по видам экономической деятельности	-	-	-	+	-	-	-	-
Анализ цифровой трансформации по классам предприятий	-	-	-	+	-	-	-	-
Уровень инвестиций в цифровизацию	+	-	-	-	-	+	-	-
Степень развития онлайн-расходов	+	+	-	+	-	+	+	-
Оценка влияния цифровой трансформации бизнеса на общество	+	+	+	-	-	-	+	+
Оценка инфраструктуры цифровизации бизнеса								
Развитие человеческого капитала	+	-	+	+	-	-	-	-
Уровень подключения к Интернету и развития связи	+	+	+	+	+	+	+	+
Доступ к государственным электронным услугам	+	-	-	+	+	+	+	+
Уровень информатизации государственного сектора	+	-	+	+	-	+	+	-

Окончание таблицы 1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Оценка информационной безопасности	+	+	+	+	+	+	-	-
Оценка потенциала развития цифровой экономики	-	+	+	-	+	-	-	+
Оценка нормативно-правового обеспечения сферы цифровизации	+	-	+	-	+	+	+	-
Оценка уровня инновационного окружения	+	-	+	-	+	-	-	+

Источник: разработка авторов.

Таким образом, следует понимать, что методологические особенности рассмотренных методик заключаются во всестороннем, многоаспектном и циклическом изучении происходящих в рамках цифровой трансформации преобразований: как опыта внедрения технико-технологических средств, так и существующих потребностей в использовании инновационных технологий, квалификации трудовых ресурсов и накоплении потенциала для осуществления дальнейших цифровых изменений. При этом стоит отметить, что основным минусом большинства из них является недостаточное внимание к оценке цифровой трансформации организаций, в зависимости от их размеров и отраслевой принадлежности, а также слабое представление в границах методик уровня использования инновационных программно-технических инструментов.

В целом можно установить наличие широкого методического обеспечения процесса цифровой трансформации, развитие которого не прекращается и на современном этапе.

ГЛАВА 2. ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ТРАНСПОРТА

2.1. Исследование практики управления цифровой трансформацией в европейских транспортных организациях

Рассмотрение теоретических основ цифровой трансформации показывает необходимость учета в процессе внедрения цифровых технологий в Беларуси уже сформированной системы нормативно-правовых актов и специализированного правового инструментария, отражающего основы цифровизации в развитых странах. Для нашей республики очень важен имеющийся опыт цифровой трансформации транспортной отрасли в странах ЕС.

Необходимо отметить, что в рамках ЕС внедрение цифровых технологий в различные сектора экономики (в т. ч. в транспортную отрасль), а также создание интегрированной европейской цифровой экономики начали широко обсуждаться с середины 1990-х гг. При этом уже на том этапе Европейской комиссией был принят подход, в рамках которого взамен проработки законодательных актов и/или программ, затрагивающих исключительно цифровую трансформацию транспорта, были *разработаны и утверждены широкие межгосударственные инициативы и проекты, нацеленные на стимулирование внедрения цифровых технологий* в целом.

Для достижения полной цифровизации экономики Европейская комиссия в 2010 г. приняла Цифровую повестку ЕС (Цифровая повестка для Европы), цели и задачи которой были сформулированы до 2020 г. Она представляла собой одну из семи перспективных инициатив Стратегии Европа–2020 (Europe 2020 Strategy), сформулированную для роста экономики и создания рабочих мест на основе более эффективного использования информационных и коммуникационных технологий (ИКТ). Одним из приоритетов ЕС было обозначено создание единого цифрового рынка, обеспечивающего современные высокоскоростные сети и совместимое программное обеспечение, способствующее устойчивому экономическому и социальному росту, в т. ч. через предоставление доступа к онлайн-активностям для предприятий и частных лиц при соблюдении принципов добросовестной конкуренции, а также защиты потребителей и личных данных.

Стремление к более эффективному использованию информационных и коммуникационных технологий для обеспечения роста экономики, обусловило также их широкое развитие и внедрение, в первую очередь, в рамках транспортных систем ЕС. Уже в 2008 г. Еврокомиссией был принят План действий для развертывания интеллектуальных транспортных систем, который наряду с ИТС предусмотрел создание целого ряда информационных систем:

- ERTMS (European Rail Traffic Management System – система управления железнодорожным движением в Европе) и TAF-TSI (Telematics Applications for Freight – телематические приложения для перевозки грузов) – для железнодорожного транспорта;

- SESAR (Single European Sky Air Traffic Management Research – управление воздушным движением в едином воздушном пространстве Европы) – для воздушного транспорта;

- RIS (River Information Services – службы информации речного транспорта) – для внутреннего водного транспорта;

- SafeSeaNet (Сеть безопасности на море), VTMS (Vessel Traffic Monitoring and Information Systems – системы контроля и информации о движении судов), AIS (Automatic Identification System – автоматическая система идентификации) и LRIT (Long-Range Identification and Tracking – дальняя идентификация и отслеживание) – для морского транспорта.

В 2010 г. в ЕС была утверждена Директива 2010/40/ЕС, в рамках которой законодательно закреплена одна из первых мер по цифровизации транспорта, включающая рекомендации по развитию интеллектуальных транспортных систем (ИТС) в автомобильном транспорте, а также при его взаимодействии с другими видами транспорта. Кроме того, в этом документе было дано определение ИТС, под которой предложено понимать систему, в которой информационные и коммуникационные технологии, применяемые на автомобильном транспорте, затрагивают инфраструктуру, транспортные средства и пользователей, а также управление дорожным движением и взаимодействие с другими видами транспорта. Дополнительно были сформулированы стратегические приоритеты развития транспортных систем.

Через пять лет в мае 2015 г., была принята стратегия единого цифрового рынка для Европы (Digital Single Market Strategy 05/2015 – DSMS). Она предусматривала максимизацию потенциала роста европейской цифровой экономики за счет наиболее полной реализации

гражданами своих цифровых навыков. В рамках указанной стратегии были отражены и обоснованы три основных направления:

1) лучший доступ для потребителей и предприятий к цифровым товарам и услугам по всей Европе;

2) создание законодательных условий для функционирования цифровых сетей и оказания инновационных услуг, способствующих повышению благосостояния граждан и процветанию экономики;

3) максимизация потенциала роста цифровой экономики.

Дополнительно в рамках стратегии была отмечена необходимость устранения имеющихся технических и законодательных барьеров, в результате чего с 2015 г. страны-члены ЕС начали разрабатывать унифицированные нормативы для всех цифровизируемых отраслей, включая транспортную отрасль.

Дополнительно в 2015 г. с целью улучшения взаимодействия при осуществлении грузовых перевозок различными видами транспорта и их секторами Европейская комиссия учредила экспертную группу – Форум цифрового транспорта и логистики (DTLF). Он объединил экспертов различных государств с целью использования опыта и координации разработок, относящихся к сфере цифровой трансформации транспорта. Именно специалистами Форума в 2018 г. были подготовлены и утверждены законодательные нормы по использованию электронной информации в области грузовых перевозок и созданию цифровых информационных систем транспортных коридоров, предназначенных для обмена данными между организациями, задействованными в международных цепочках поставок. Эти разработки фактически были направлены на стимулирование использования цифровых данных в рамках перевозок, осуществляемых как государственными организациями, так и бизнес-операторами. Кроме того, они позволили реализовать совместимые ИТ-решения для обмена цифровой информацией между участниками логистических цепей поставок.

Одним из основных результатов деятельности Форума цифрового транспорта и логистики явилась разработка концепции Международного цифрового транспортного коридора. Ее главными преимуществами стали: предоставление всем заинтересованным лицам данных о статусе и местонахождении грузов без территориальных или правовых ограничений, и возможность формирования электронных транспортных документов при мультимодальных перевозках.

В 2016 г. ЕС запустил инициативу Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS) для развития совместной, подключенной и автоматизированной мобильности, что привело к принятию пяти принципов предоставления доступа к данным и ресурсам в сфере автомобильных перевозок. В мае 2017 г. был принят Второй пакет мобильности, сформированный STRIA, а в мае 2018 г. – Европейская комиссия представила Третий пакет мобильности, целью которого стало предоставление гражданам выгоды от более безопасного дорожного движения, минимально загрязняющих окружающую среду транспортных средств и передовых технологических решений. Особое внимание в рамках Третьего пакета было уделено автономной мобильности, которая может сделать транспорт более безопасным, доступным, инклюзивным и устойчивым, включая стратегию, направленную на определение Европы в качестве мирового лидера в области полностью автоматизированных и подключенных систем мобильности. В марте 2019 г. Европейская комиссия приняла новые правила, ускоряющие развертывание C-ITS в форме делегированного акта, основанного на Директиве ITS. Данные правила установили минимальные юридические требования к взаимодействию между различными кооперативными системами, используемыми транспортными организациями.

Другим важным событием для цифровизации транспортной отрасли стало принятие в мае 2016 г. Директивы (ЕС) 2016/797 Европейского парламента и Совета (DIRECTIVE (EU) 2016/797 of the European parliament and of the Council of 11 May 2016) о функциональной совместимости железнодорожной системы. Данная Директива определила необходимость обеспечения «функциональной совместимости», представляющей собой способность железнодорожной системы обеспечивать безопасное и бесперебойное движение поездов, с целью достижения требуемого уровня пропускной способности. Принятый в дополнение к Директиве Меморандум о взаимопонимании между Европейской комиссией, ERA и Европейскими ассоциациями железнодорожного сектора (Memorandum of Understanding between the European Commission, the European Union Agency for Railways and the European rail sector associations) установил обязательность обеспечения функциональной совместимости (как технической, так и юридической) при развертывании новой цифровой системы.

Кроме этого, в июле 2016 г. в продолжение принятой в 1999 г. Декларации об электронных подписях, в странах ЕС начал действовать регламент eIDAS (electronic IDentification, Authentication and trust Services) об электронной идентификации и доверенных услугах. Данный документ установил общий стандарт для электронных подписей и электронных печатей, благодаря чему любое физическое или юридическое лицо получило возможность использовать электронную подпись на территории всего ЕС.

В июле 2020 г. Европейский парламент принял новый Пакет мобильности, который установил новые правила в отношении автомобильных перевозчиков на территории Европейского Союза. Данный пакет включил:

1. Регламент (ЕС) 2020/1054 от 15 июля 2020 г.
2. Директиву (ЕС) 2020/1057 от 15 июля 2020 г.
3. Регламент (ЕС) 2020/1055 от 15 июля 2020 г.

Новый Пакет мобильности внес важные изменения в области цифровизации автомобильных грузовых перевозок. Регламент (ЕС) 2020/1054 утвердил необходимость внесения поправок в виде замены используемых аналоговых тахографов на смарт-тахографы, регистрирующие местоположение автомобиля, место начала и завершения работы, а также момент пересечения границы. Директива (ЕС) 2020/1057 одновременно установила особые правила в отношении Директивы 96/71/ЕС и Директивы 2014/67/ЕС для размещения водителей в секторе автомобильного транспорта и внесение поправок в Директиву 2006/22/ЕС в отношении требований правоприменения. Данная Директива также определила документы, необходимые при проверке на дороге, включившие:

- копию уведомления о командировании (декларации о размещении), представляемую через IMI (Internal Market Information System – Информационная система внутреннего рынка);
- свидетельство об осуществлении транспортных операций, происходящих в стране-члене ЕС (например, электронная накладная – e-CMR).

Данное нововведение явилось результатом реализации положений Конвенции о договоре международной дорожной перевозки грузов (КДПГ), принятой в 1956 г., а именно содержания Дополнительного протокола к Конвенции о договоре международной дорожной

перевозки грузов, касающегося электронной накладной, принятого в 2008 г. Данный протокол, вступил в силу в 2011 г., к нему присоединились 26 государств, включая 17 стран – членов ЕС.

В июле 2020 г. также было принято Постановление eFTI (Regulation (EU) 2020/1056 of the European parliament and of the council of 15 July 2020 on electronic freight transport information). Основной целью разработки данного документа стало стимулирование цифровизации грузовых перевозок и логистики, направленное на снижение административных издержек, улучшение правоприменительных возможностей компетентных органов и повышение эффективности и устойчивости транспорта. Документ распространяется на все грузовые перевозки на территории ЕС и закрепляет необходимость полного перехода всех стран – членов союза на электронные накладные к 2025 г.

Постановление eFTI открыло новые возможности для передачи информации. Согласно eFTI, Европейской комиссии было отведено 30 месяцев на разработку технических стандартов для необходимых наборов данных, условий передачи и обработки, а также политики их защиты. Дополнительно государствам – членам ЕС предоставлено еще 30 месяцев на создание электронных платформ, с помощью которых в будущем предприятия и государственные органы будут обмениваться данными, необходимыми для транспортировки. Постановление фактически обеспечило возможность использования электронных документов всеми перевозчиками на территории ЕС.

В дополнение к Постановлению eFTI Сообщество европейских железнодорожных и инфраструктурных компаний (Community of European Railway and Infrastructure Companies, CER) в середине 2021 г. разработало собственные регламенты. Согласно данным регламентам, подготовка и выгрузка электронных документов при осуществлении грузовых железнодорожных перевозок должна происходить автоматически на общий узел перевозчика при совершении определенных действий (например, увеличение веса состава), прохождении определенного расстояния или пересечения границы и далее рассылаться всем заинтересованным лицам, в т. ч. органам государственного управления.

Кроме установления границ электронного взаимодействия и основ цифровой трансформации транспорта, законодательная база ЕС *регулирует вопросы финансирования*. Так, для финансирования циф-

ровизации пассажирского и грузового транспорта в ЕС было определено соответствующее положение в рамках Плана восстановления, трансформации и обеспечения устойчивости (Инвестиции 4 Компонента 6), называемое «Программа поддержки устойчивого и цифрового транспорта». Данное положение определило выделение на соответствующие меры 220 млн евро, расходование которых запланировано на реализацию мер по цифровизации железнодорожного, автомобильного и воздушного транспорта. Кроме того, в отношении транспортных систем предусмотрены действия, направленные на цифровизацию портов, а также услуг пассажирских и грузовых перевозок на национальном, региональном и местном уровнях.

Дополнительно 6 июля 2020 г. Парламент ЕС принял обновленную программу Connecting Europe Facility (CEF), часть бюджета которой предусмотрена для финансирования ключевых проектов, направленных на улучшение транспортных и энергетических сетей, а также цифровых услуг и связи в Европе. В рамках цифровизации транспорта программой предусмотрены:

- обеспечение бесперебойного покрытия системами 5G всех основных транспортных путей, включая трансъевропейские транспортные сети;
- развертывание новых или значительная модернизация существующих магистральных сетей, включая подводные коммуникационные кабели, внутри и между государствами – членами ЕС, а также между ЕС и третьими странами;
- внедрение инфраструктур цифровой связи, связанных с трансграничными транспортными проектами, и/или поддержка операционных цифровых платформ, непосредственно связанных с этими инфраструктурами.

Общий бюджет, выделенный на цифровое развитие транспортной отрасли Европейского союза, в рамках обновленной программы Connecting Europe Facility составил 2,07 млрд евро.

В совокупности последовательность отмеченных и иных принятых законодательных актов привела к формированию в рамках транспортного комплекса ЕС целого перечня реализуемых проектов цифровой трансформации. Данные проекты предусматривают посте-

пенную цифровизацию автомобильного, железнодорожного и воздушного транспорта стран ЕС, а также перевод процесса обмена информацией в электронный вид.

Ключевые проекты цифровой трансформации транспортных организаций Европейского союза представлены на рис. 2.1.



Рис. 2.1. Основные проекты цифровой трансформации транспортной отрасли стран ЕС
Источник: разработка авторов.

Стоит отметить, что каждый из данных проектов имеет свои особенности реализации.

Первый проект – **«Интеллектуальные транспортные услуги для дорожного сектора (ITS)»**, был инициирован еще в 1960 г., когда было произведено формирование его ключевых компетенций, однако практическая реализация началась лишь в 2008–2010 гг. Так, в 2008 г. Европейской комиссией был принят План действий для развертывания интеллектуальных транспортных систем, а в 2010 г. в продолжение данного плана утверждена Директива 2010/40/ЕС. В качестве приоритетов для развития ИТС были обозначены:

- внедрение мультимодальных транспортно-информационных услуг;
- развитие информационных услуг по отслеживанию трафика дорожного движения в реальном времени;
- гармонизация условий взаимодействия системы eCall ЕС;
- предоставление пользователям на безвозмездной основе информации в области дорожной безопасности;

– развитие информационных услуг, оказываемых для обеспечения безопасности парковочных мест, используемых для коммерческого автотранспорта.

В Директиве была отмечена важность соблюдения принципа географической непрерывности, предусматривающего внедрение и применение технологий ИТС по всей территории ЕС. Исходя из этого, признано целесообразным решать задачу скоординированного и согласованного развертывания совместимых транспортных интеллектуальных систем на уровне союза.

В результате реализации положений Директивы в рамках проекта KAREN была разработана Европейская рамочная архитектура ИТС, известная также, как «Архитектура FRAME». В 2008–2011 гг. архитектура была переработана и выпущена версия 4.1, называемая E-FRAME. Основной особенностью данной версии стало включение в ее состав трех кооперативных систем, которые разрабатывались вне рамок архитектуры ИТС и без взаимного согласования:

1. Системы COOPERS (CO-OPerative SystEms for Intelligent Road Safety), сосредоточенной на разработке инновационных приложений телематики для дорожной инфраструктуры с целью последующего кооперативного управления дорожным движением в рамках транспортных средств и инфраструктуры, а также на сокращении разрывов разработки приложений телематики между операторами инфраструктуры и автомобильной промышленностью.

2. Системы CVIS (Cooperative Vehicle-Infrastructure Systems), призванной создать единое техническое решение, позволяющее всем транспортным средствам и элементам инфраструктуры непрерывно взаимодействовать друг с другом, используя множество средств связи с улучшенной локализацией, а также обеспечивающее возможность широкому диапазону потенциальных кооперативных служб работать в открытой прикладной структуре, в транспортном средстве и придорожном оборудовании.

3. Системы SAFESPOT, предусматривающей использование инфраструктуры и транспортных средств как источников и адресатов информации, связанной с безопасностью, в т. ч. в рамках разработки открытой, гибкой, модульной архитектуры и коммуникационной платформы.

Для обеспечения использования данных систем в рамках национальных архитектур потребовалась их значительная доработка. В результате к предусмотренным архитектурой FRAME 550 пользовательским возможностям было добавлено еще 230.

Площадкой взаимодействия по вопросам внедрения ИТС стал Европейский комитет по ИТС (EIC) и консультативная группа по ИТС, состоящая из руководителей компаний – представителей поставщиков услуг, операторов транспорта и инфраструктуры, ассоциаций пользователей, организаций промышленности, социальных партнеров, профессиональных ассоциаций, местной администрации и других коллективных органов. Координацию деятельности в пределах ЕС по вопросам развития ИТС осуществляет подразделение С.3 «Интеллектуальные транспортные системы» Генерального директората по мобильности и транспорту (DG MOVE) Европейской комиссии.

В рамках реализации проекта «Интеллектуальные транспортные услуги для дорожного сектора (ITS)» на основе архитектуры FRAME были созданы ИТС во Франции, Италии, Чехии, Австрии, Венгрии, Румынии, Словении, Шотландии. Ведутся предварительные работы по созданию ИТС в Швеции, Дании и Испании. На современном этапе развитие ИТС в ЕС идет в направлении включения в архитектуру варианта беспилотного транспорта.

Второй проект – «**Европейская служба электронной оплаты дорог (EETS)**», начал реализовываться на территории стран ЕС в 2017 г. в соответствии с Директивой 2004/52/ЕС Европейского парламента и Совета Европы от 29 апреля 2004 г. Эта служба обеспечивает электронное взимание дорожных сборов для грузовых транспортных средств по всей дорожной сети ЕС. Она позволяет участникам дорожного движения легко оплачивать дорожные сборы по всему ЕС с помощью всего одного договора подписки с одним поставщиком услуг и одним бортовым устройством (OBU), т. е. обеспечивать интероперабельность.

Основная цель реализации проекта заключалась в унификации способов взимания платы и открытия рынка для внешних компаний, предлагающих пользователям выгодные условия. Ограничивая операции с наличными денежными средствами на пунктах взимания платы и устраняя обременительные процедуры для пользователей, EETS облегчает ежедневные операции для участников дорожного движения, улучшает транспортный поток и уменьшает заторы.

В настоящее время реализация мер по обеспечению функционирования EETS осуществляется в рамках:

1. Директивы 2019/520 от 19 марта 2019 г. и ее актов, предусматривающих, что каждое государство-член ЕС должно вести реестр с электронным доступом, включающий информацию о домене и любых зарегистрированных поставщиках EETS.

2. Директивы Европейского парламента и Совета 2004/52/ЕС от 29 апреля 2004 г., а также Постановления комиссии 2009/750/ЕС от 06 октября 2009 г.

В рамках системы EETS поставщик предоставляет пользователю бортовое устройство, необходимое для начисления и взимания платы за проезд. Расчет осуществляется между пользователем OBU и поставщиком EETS, а также между поставщиком EETS и Главой Национальной казначейской администрации (сборщиком платежей). При этом поставщик берет на себя часть функций органа, взимающего плату в данной зоне EETS (зоне платных дорог, находящихся в ведении какой-либо организации), и именно он взимает плату за проезд по дорогам. За услугу по совершению электронных платежей на территории стран ЕС в целом отвечает компания Toll4Europe, в состав которой входят T-Systems International, Daimler AG и DKV Euro Service.

В настоящее время EETS внедрена в Норвегии, Швеции, Дании, Польше, Эстонии, Литве, Латвии, Германии, Бельгии, Венгрии, Австрии, Швейцарии, Франции, Италии, Болгарии, Испании и Португалии. Функционирование системы в рамках национальных экономик осуществляется с учетом различий в дорожных сборах, которые имеются в данных странах. Например, если в Эстонии и Литве дорожный сбор введен для транспортных средств весом более 3,5 тонны, то в Латвии с 3-тонного веса. При этом использование системы электронной оплаты дорог имеет факультативный характер.

Третий проект – **«Модуль дистанционного управления подвижным составом (ERTMS)»** реализуется в рамках железнодорожного транспорта и фактически представляет собой масштабную программу, направленную на гармонизацию системы автоматического управления и связи поездов и обеспечение совместимости всей железнодорожной системы в Европе. В условиях наличия существенных различий между национальными системами управления движением поездов в странах ЕС, развертывание ERTMS обеспечи-

вает основу для создания единой цифровой европейской железнодорожной зоны. Система ERTMS была разработана под руководством Европейской Комиссии UNISIG. В качестве органа, ответственного за развертывание ERTMS, определено Агентство железных дорог ЕС.

Внедрение системы управления трафиком осуществляется в рамках Европейского плана развертывания ERTMS, напрямую связанного с Директивой 2008/57/ЕС, затрагивающей интероперабельность железнодорожной системы. Первый Меморандум о взаимоотношениях по ERTMS, содержащий основные принципы стратегии развертывания Европейской системы управления железнодорожным движением, был подписан 17 марта 2005 г. Европейской комиссией, менеджерами инфраструктуры и железнодорожными предприятиями. В 2008 г. данный меморандум был улучшен и принят второй Меморандум о взаимоотношениях, содержащий конкретные направления развертывания ERTMS в некоторых государствах – членах ЕС. В 2012 г. были пересмотрены оба предыдущих Меморандума и подписан новый Меморандум о внедрении ERTMS, целью которого стало более конкретное определение основных целей сотрудничества между заинтересованными сторонами при сохранении основных принципов, определенных в предыдущих версиях. Наконец, в 2016 г. с целью формализации интегрированного процесса управления развертыванием ERTMS в Европе, был подписан последний Меморандум о взаимоотношениях, создавший основу для предоставления юридической и технической определенности поезду, оснащеному последней версией системы.

ERTMS включает в себя дорожные и железнодорожные системы и использует сигнализацию внутри кабины и элемент автоматического ведения поезда, а также радиосистему, обеспечивающую передачу данных. В целом ERTMS включает 2 подсистемы:

1. ETCS – система сигнализации, контроля и защиты поездов, разработанная Европейской комиссией и направленная на стандартизацию систем сигнализации и устранение препятствий на пути развития международного железнодорожного сообщения. ETCS фактически обеспечивает безопасную эксплуатационную среду для движения поездов посредством анализа в реальном времени данных, касающихся органов и скорости движения поезда, кривых торможения и устойчивости.

2. GSM-R – радиосистема, обеспечивающая передачу голоса и данных между диспетчером и поездом. Она основана на стандартном GSM с использованием частот, специально зарезервированных для использования на железной дороге.

В совокупности данные подсистемы образуют систему управления трафиком, обеспечивающую возможность безопасного передвижения по всей европейской железнодорожной сети.

Первоначально запланированный к реализации на 2020 г. в шести коридорах с наибольшим грузопотоком, план развертывания ERTMS был пересмотрен в 2017 г. с более реалистичными сроками: в соответствии с трансъевропейской транспортной сетью и требованиями к европейской железнодорожной сети для обеспечения конкурентоспособности. В рамках установленных планов, к 2023 г. ERTMS должна быть оборудована половина из девяти основных грузовых коридоров, а к 2030 г. – данные грузовые коридоры в полном объеме.

Четвертый проект – **«Электронная система грузовых железнодорожных перевозок (TAF TSI)»**. Для гармонизации инициатив по электронному обмену данными между железными дорогами и другими заинтересованными сторонами в странах Европы в 2005 г. Европейская комиссия опубликовала регламент TAF Regulation (телематические приложения для грузовых перевозок), ставший первым документом, регулирующим вопросы эксплуатационной совместимости (TSI) в сфере обработки и передачи данных (телематики). Регламент затронул различные аспекты обмена информацией, включая технические спецификации функционального обмена данными между компаниями, управляющими инфраструктурой, и железнодорожными предприятиями, а также с государствами, не входящими в ЕС, которые согласились соблюдать положения регламента.

В соответствии с данным регламентом начались работы по внедрению в деятельность железнодорожных компаний телематических приложений для грузовых перевозок и технических спецификаций интероперабельности (TAF TSI). Данные приложения предусматривают возможность совершения электронного обмена данными между железнодорожными предприятиями, компаниями, управляющими инфраструктурой, таможней и, в некоторых случаях, другими государственными органами. Таким образом, ключевая идея TAF TSI со-

стоит в создании набора универсальных инструментов, обеспечивающего участникам рынка грузовых перевозок возможность обмениваться всей необходимой информацией.

В рамках реализации проекта была создана группа Common Component (CCG) с функциями надзора за действиями по вопросам TAF TSI, деятельность которой привела к разработке системы поддержки обмена данными по продвижению грузовых и пассажирских поездов в международных сообщениях Europtirails, позволяющей отслеживать движение международных составов в режиме реального времени. Кроме того, для обеспечения функционирования электронной системы грузовых железнодорожных перевозок была создана система поддержки обмена данными по продвижению грузовых вагонов (груженых и порожних) в международных сообщениях – Orfeus.

В дополнение к регламенту была принята Директива 2006/62, которая обязала всех владельцев и пользователей локомотивов и вагонов создать стандартную справочную базу по подвижному составу (RSRD), содержащую данные как постоянного (сведения о конструкции, регистрационный номер, сертификат безопасности), так и переменного характера (сведения о повреждениях, инструкции по техническому обслуживанию и т. д.). В этой базе возможны также хранение и регистрация и других данных, включая сведения по запасным узлам и пробегу в соответствии с генеральным контрактом пользования вагонами (General Contract of Use for Wagon). В данном контексте в TAF TSI был включен перечень критичной для отрасли информации с определением для каждой позиции структуры стандартного сообщения, которую должны поддерживать все участники рынка грузовых перевозок. Это относится, например, к данным, содержащимся в накладных на грузовые отправки, запросам на выделение пропускной способности (ниток графика), натурным листам (на сформированные поезда), к информации о местоположении поезда и прогнозу его движения, об отклонениях от графика движения поезда, прогнозируемом времени прибытия каждой отправки, перемещении отдельных вагонов, а также иной справочной и сопутствующей информации. Актуализация требований директивы была осуществлена в 2014 г., когда был опубликован Регламент ЕС по техническим спецификациям для функциональной совместимости, касающийся телематических приложений для подсистемы грузовых перевозок железнодорожной системы ЕС (№ 1305/2014 от 11 декабря 2014 г.).

Пятый проект – «**Система управления воздушным движением (SESAR)**» – представляет собой научно-исследовательскую программу, инициированную Европейской комиссией в 2005 г. Она призвана объединить технологические, экономические и законодательные аспекты модернизации системы организации воздушного движения (ОрВД) и, используя правовую базу, обеспечить согласование планов и ресурсов различных участников программы с целью успешного развития и внедрения необходимых технологий. Целевая концепция SESAR опирается на ряд новых ключевых составляющих, среди которых:

- план работы сети и динамический план совершаемых непрерывных операций, обеспечивающий общее представление о ситуации в сети;
- полная интеграция операций аэропорта как часть ОрВД и процесса планирования;
- управление траекторией, сводящее к минимуму ограничения организации воздушного пространства;
- новые режимы эшелонирования воздушных судов, повышающие безопасность, пропускную способность и эффективность;
- общесистемное управление информацией (SWIM), обеспечивающее безопасное соединение всех заинтересованных сторон ОрВД, которые будут совместно использовать одни и те же данные;
- представление персонала в роли центральных лиц, принимающих управленческие решения, в том числе на основе использования новых автоматизированных систем для облегчения обработки сложных процессов принятия решений.

Реализация проекта SESAR включила три этапа:

- этап определения (2004–2008 гг.), выделенный для предоставления генерального плана ОрВД, определяющего содержание, план разработки и развертывания следующего поколения систем. Данный этап реализации напрямую возглавлял Евроконтроль, при совместном финансировании Европейской комиссии в рамках программы Трансъевропейские транспортные сети и выполнялся большим консорциумом всех заинтересованных сторон в области воздушного транспорта;

– этап разработки (2008–2013 гг.), выделенный для производства необходимых технологических систем и компонентов нового поколения, как это определено на этапе определения. Бюджет данного этапа был определен в размере 2,1 млрд евро;

– этап развертывания (2014 г. – наст. время), подразумевающий крупномасштабное производство и внедрение новой инфраструктуры управления воздушным движением, состоящей из полностью согласованных и функционально совместимых компонентов, которые гарантируют высокую эффективность деятельности воздушного транспорта в Европе.

В апреле 2004 г. Еврокомиссией был принят ряд законодательных актов, сформировавших правовой базис программы модернизации Европейской системы ОрВД, которая получила название «Единое европейское небо» (Single European Sky – SES). В целях дальнейшего развития правовой базы SES Евроконтролем в 2005 г. была начата более детальная разработка документов. Учитывая важность воздушного транспорта и его существенное влияние на развитие ЕС, задача модернизации Европейской системы организации воздушного движения была обозначена также Еврокомиссией в качестве одной из приоритетных.

Предполагается, что реализация программы SESAR к 2025 г. позволит:

- трехкратно увеличить пропускную способность воздушного пространства;
- в десять раз повысить безопасность полетов;
- двукратно снизить стоимость аэронавигационного обслуживания;
- уменьшить влияние на окружающую среду (шумы, эмиссия);
- обеспечить эффективность полетов от перрона до перрона;
- создать рабочие места для 200 тыс. специалистов.

Шестой проект – **«Европейская структура для обмена логистической информацией (AEOLIX, Architecture for European Logistics Information exchange)»** – направлен на перевод информационного обмена в электронный формат. Проект был начат в 2016 г. за счет средств ЕС, координатором проекта выступила ERTICO (European Road Transport Telematics Implementation Coordination – Европейская организация по созданию интеллектуальных транспортных систем и обеспечению телематики автомобильного транспорта).

Проектом AEOLIX предусмотрено создание облачной экосистемы совместной логистики для управления информационными потоками, на основе которых принимаются те или иные логистические решения. Экосистема обеспечивает видимость всей цепочки поставок, что позволяет более устойчиво и эффективно перевозить товары через Европу. Важным элементом подхода является обеспечение простого использования экосистемы для субъектов рынка. Идея состоит в том, что с помощью электронных накладных (E-CMR) логистические данные могут быть полностью интегрированы через национальные границы и ИТ-платформы.

AEOLIX представляет собой инструмент для улучшения взаимодействия цифровых информационных систем. Он состоит из централизованной облачной ИТ-платформы, которая оптимизирует грузовые потоки и управление цепочками поставок для упрощения процесса принятия решений в области логистики. По всей Европе существует одиннадцать лабораторий, которые тестируют, проверяют и внедряют концепцию и прототип AEOLIX. Они действуют в реальных условиях и на заранее определенных бизнес-кейсах. Простота использования и низкая стоимость подключения локальных платформ к уже созданным системам ИКТ обеспечивает масштабируемый, надежный и безопасный обмен информацией, что повышает общую конкурентоспособность грузовых перевозок в цепочке поставок, при одновременном обеспечении устойчивости с экологической, экономической и социальной точек зрения.

После завершения проекта AEOLIX и анализа данных, следующим шагом является продвижение и внедрение полного общеевропейского рыночного развертывания цифровой логистической платформы. Эта платформа будет доступна для использования операторами грузовых перевозок, водителями, логистическими компаниями, а также любыми другими участниками цепочки поставок, которые могут получить выгоду, особенно с точки зрения экономии затрат и логистической поддержки.

Таким образом, цифровая трансформация транспорта в странах ЕС предусматривает реализацию ряда межполитических инициатив и проектов, нацеленных на стимулирование внедрения цифровых технологий в работу транспортных компаний и определяющих основы финансирования мер по цифровизации транспорта.

В условиях существенного внимания к цифровой трансформации транспортных компаний на уровне руководства и отдельных стран – участниц ЕС, *перевод деятельности в цифровую плоскость начали многие европейские организации*. Каждой из таких компаний при этом свойственен свой подход к включению цифровой составляющей в логистическую деятельность.

Одним из примеров инновационных организаций выступает **компания Girteka Logistics**, которая в 2018 г. была включена порталом Financial Times в TOP-100 самых инновационных компаний в Европе за достижения в области цифровых инноваций. Основная штаб-квартира компании находится в Вильнюсе. В собственности Girteka Logistics находится более чем 4000 тягачей и 4300 полуприцепов. За год компания перевозит более 320000 полных грузов.

Деятельность по цифровой трансформации данная компания масштабно начала в 2018 г., установив на все грузовые автомобили систему управления парком автомобилей Transics FMS, производства компании WABCO. Автопарк компании был оснащен современными бортовыми компьютерами TX-SKY с инновационным программным обеспечением, которое позволяет отправлять и получать необходимые данные в режиме реального времени, и облегчает обмен информацией между водителем, менеджером и клиентом. Дополнительно были установлены приложения для мобильных телефонов TX-FLEX и система TX-CONNECT, интегрирование которых было налажено через интернет-платформу TX-TANGO. Использование возможностей системы Transics FMS позволило компании обеспечить более эффективное управление транспортным парком и организовать более качественное обслуживание клиентов.

В 2020 г. с целью полной цифровой трансформации Girteka Logistics заключила договор с компанией SAP. В результате его реализации было внедрено несколько решений, позволивших упростить и автоматизировать основные бизнес-процессы, сделав продажи, транспортировку и другие операции более эффективными и точными. В состав данных цифровых решений вошли:

- решения SAP, используемые в управлении автопарком;

- телематические системы, отслеживающие динамику основных характеристик процесса перевозки и уровня выбросов, а также содержащие информацию о подходящих местах отдыха и парковки для водителей;

- инструменты AI Operator и AI Planner, функционирующие на основе искусственного интеллекта и обеспечивающие эффективное планирование международных маршрутов. Основываясь на правилах Mobility Package, данных о состоянии дорог и наличии парковок, планируется маршрут, осуществляется подбор водителей и транспортных средств для конкретных поставок.

На основе используемых решений SAP в 2022 г. компанией была внедрена новая разработка по обеспечению видимости перевозок в режиме реального времени, позволяющая клиентам отслеживать свои грузы. Данное решение предоставляет круглосуточный доступ к данным о местоположении грузовых автомобилей, задействованных в перевозках, без каких-либо дополнительных затрат со стороны клиентов, который можно получить через:

- прямую ссылку на каждую отдельную перевозку;
- специальную панель управления на одной из платформ партнеров компании;
- выбранную клиентом цифровую платформу обеспечения прозрачности цепочки поставок;
- систему управления цепочками поставок заказчика путем интеграции с RTV-решением компании.

Возможность отслеживания передвижения грузов в реальном времени позволила клиентам компании получить больший контроль над транспортным обеспечением. Кроме того, в условиях цифрового взаимодействия с клиентами значительно сократилась трудоемкость осуществления грузоперевозок.

В результате всех отмеченных изменений в настоящее время деятельность Girteka Logistics фактически производится в рамках цифровой логистической платформы, сочетающей традиционные грузоперевозки с современными технологиями.

Еще одним примером успешной цифровой трансформации является компания **Arriva Group** – один из крупнейших операторов в сфере мобильности, насчитывающий около 40 000 сотрудников и обеспечивающий ежегодный пассажиропоток в 1,2 млрд чел. в

12 странах Европы. Данная компания оказывает услуги по перевозке пассажиров и грузов в рамках городского и междугороднего общественного транспорта, автомобильного и железнодорожного транспорта, а также водного транспорта (морские перевозки).

Одним из ведущих подразделений Arriva Group является компания Arriva Italia – крупнейший частный автобусный оператор Италии. Данной компанией в рамках цифровой трансформации своей деятельности было принято решение о полной корректировке бизнес-процессов и переходе на оказание услуг с использованием платформы искусственного интеллекта Optibus, обеспечивающей комплексные транспортные операции в более, чем 450 городах по всему миру. Применение решения Optibus, использующего запатентованные алгоритмы оптимизации и распределенные облачные вычисления, позволяет обеспечивать высокую скорость создания расписаний и их оптимизацию, а также предусматривает визуализацию множества различных сценариев, в рамках которых выбирается наиболее соответствующий потребностям пассажиров. Простота использования платформы Optibus и панель KPI также позволяют быстрее принимать стратегические решения.

Кроме того, применение Optibus значительно повышает эффективность управления полностью электрическими или смешанными автопарками по всей Италии. Система планирования электромобилей Optibus моделирует несколько сценариев планирования, которые учитывают специфические проблемы электрификации, такие как ограничения диапазона и разнообразие зарядных станций, устройств и аккумуляторов, что максимизирует пробег электромобилей.

Кроме перехода на управление в границах платформы искусственного интеллекта, компания в настоящее время использует ряд иных цифровых инструментов, позволяющих обеспечивать наиболее полное удовлетворение потребностей клиентов.

Среди таких инструментов полностью автоматическое решение Accessiway, гарантирующее полный доступ к цифровой платформе компании для всех пользователей, что позволяет каждому посетителю лично адаптировать дизайн и пользовательский интерфейс веб-сайта к своим индивидуальным потребностям или ограниченным возможностям, не изменяя его для всех других посетителей сайта.

Это обеспечивает беспрепятственный доступ к информации для разных категорий населения, в т. ч. слабовидящих и воспринимающих цвета в измененном виде.

Дополнительно также используется чат-бот Indigo.ai и приложение ArribaKiosk, разработанное для внутренних систем обслуживания.

Кроме рассмотренных примеров интересным является опыт цифровой трансформации транспортной **компания Transfesa Logistics**, базирующейся в Мадриде. Данная компания имеет пять крупных терминалов в Испании (в Мадриде, Барселоне, Валенсии, Сарагосе и Бургосе), а также десять интермодальных (автомобильных и железнодорожных) логистических объектов. Транспортный парк компании насчитывает более 7000 железнодорожных вагонов, более 2000 сменных кузовов и более 200 грузовых автотранспортных средств.

В отличие от ранее рассмотренных примеров, компания Transfesa Logistics начала процесс трансформации не с внешних взаимосвязей с клиентами и партнерами, а с внутренней цифровизации. В рамках компании было внедрено передовое решение для идентификации активов с помощью IoT, основанное на использовании меток RFID (радиочастотная идентификация) последнего поколения и GPS. Данное решение позволило проводить исчерпывающий мониторинг товаров и транспортных единиц в любой контрольной точке, а также выводить настраиваемую информацию в режиме реального времени, которую можно адаптировать для любого типа логистического актива. Кроме того, в рамках решения отслеживается километраж, пройденный активами, что позволяет контролировать и планировать работу по техническому обслуживанию. В настоящее время технология RFID используется для контроля осей и вагонов на границе с Испанией, а GPS установлена в вагонах, локомотивах и на сменных кузовах.

Кроме отмеченного решения, компания использует корпоративные мобильные сервисы и приложения. Данные инструменты для мобильных устройств, разработанные компанией, позволяют прикреплять изображения и документы с мобильного устройства, уведомлять, контролировать и отслеживать любые инциденты, а также отслеживать в режиме реального времени ход доставки каждой партии. В совокупности они обеспечивают цифровизацию управления интермодальными терминалами, комплексами, складами, автопарками, а также процессом профилактического и корректирующего обслуживания активов.

После цифровой трансформации внутренних систем компаний была проведена корректировка процесса взаимодействия с клиентами, который был переведен в цифровой формат путем использования многоязычной интернет-платформы (доступна на английском, французском, немецком и испанском языках), позволяющей им контролировать товары на протяжении всего процесса транспортировки. Данная платформа включает в себя широкий спектр инструментов, предоставляющих актуальную информацию о партии товара, выставлении счетов, ключевых показателях эффективности и различных аналитических отчетах.

Внедрение цифровых инструментов в основные области управления позволило компании в последующем создать собственную интегрированную систему логистики, представляющую собой модульное технологическое решение, позволяющее контролировать всю цепочку поставок простым и удобным способом. В рамках данной системы с помощью одного приложения можно контролировать все бизнес-процессы компании от первой оперативной точки цепи поставок до последних логистической процессов.

В завершении стоит отметить практику цифровой трансформации международной транспортно-логистической **компания DB Cargo**, отвечающей за организацию грузовых перевозок немецкой железнодорожной компанией Deutsche Bahn как внутри Германии, так и на глобальном уровне. Данная организация реализовала целый комплекс мер по созданию цифровой бизнес-модели, позволяющей оказывать широкий спектр услуг и обеспечивать выполнение ряда процессов через продукты link2rail, которые представляют собой портфель цифровых продуктов DB Cargo, включающий электронные услуги и онлайн-инструменты. Электронные услуги обеспечивают автоматизацию отдельных процессов (бронирование, мониторинг и выставление счетов и др.). Онлайн-инструменты представляют собой полезные приложения, связанные с грузовыми перевозками, такие как карта сети, поиск железнодорожных подъездных путей, расписание или каталог грузовых вагонов. Основными общедоступными цифровыми продуктами компании являются:

1. Rail Access – онлайн-инструмент, предоставляющий возможность поиска ближайших точек доступа к железнодорожной сети и отражающий актуальные данные о пункте погрузки, существующей инфраструктуре и контактных возможностях.

2. Network – инструмент, предоставляющий краткий обзор имеющейся железнодорожной сети, в т. ч. отражающий интермодальные терминалы, хабы и порты.

3. Planner, включающий онлайн-расписание грузовых перевозок DB Cargo, отражающее: время отправления и прибытия, а также время в пути; информацию о классах маршрута; карты местности и обзорные карты, а также дополнительную информацию.

4. Request – электронная услуга, предоставляющая возможность совершения онлайн-запроса условий перевозки для конкретного случая.

5. Wagon Catalogue – инструмент, предоставляющий обзор имеющегося парка грузовых вагонов по показателям: ограничения нагрузки, размеры, планы складирования, варианты заказа, время загрузки.

6. Intelligence – улучшенная версия продукта Track&Trace, обеспечивающего отслеживание грузов не только в национальных границах, но и за рубежом. Инструмент позволяет получать информацию о местонахождении вагонов и поездов с возможностью фильтрации данных.

7. DIUM (Distancier international Uniforme Marchandises) – справочник всех европейских офисов грузовых перевозок, издаваемый Международным союзом железных дорог (МСЖД). Данный справочник показывает информацию о грузовых станциях и пунктах погрузки, вычисляет расстояние между отдельными станциями/точками погрузки, обеспечивает обзор условий обработки на соответствующей грузовой станции.

8. Vox2rail – платформа онлайн-бронирования контейнерных перевозок по железной дороге, адаптированная под потребности малых и средних компаний. Платформа обеспечивает бронирование контейнеров «от порта до двери» по железной дороге в три клика – запрос транспорта, предложение и бронирование.

9. NHM-Codes – инструмент отражающий уникальные коды NHM (Nomenclature Harmonisee Marchandises – унифицированный перечень товаров), позволяющие точно определять каждый отдельный вид товаров, исходя из группы, типа и области использования.

Для обеспечения работоспособности отмеченных решений компания DB Cargo оборудовала весь вагонный парк телематикой и датчиками, предоставляющими необходимые данные о местоположении и перемещении. Финансирование данных мер было произведено

с привлечением средств Федерального министерства по цифровым вопросам и транспорту в рамках федеральной программы «Железнодорожный грузовой транспорт будущего», а также финансовой поддержки ЕС в границах ранее упомянутой программы «Connecting Europe Facility» (CEF), выделенной для оснащения грузовых вагонов и реализации деятельности в области стандартизации.

В настоящее время ежедневно создается около 2 млн записей данных, поступающих от 63000 грузовых вагонов, которые передаются в DB IoT Cloud и там обрабатываются. Цифровые двойники транспортных средств отображаются на приборных панелях и служат источником информации для других приложений, позволяющих обеспечивать эффективное управление транспортными средствами и оптимизировать логистические процессы. Благодаря стандартизации на европейском уровне DB Cargo также может интегрировать информацию от сторонних владельцев вагонов.

Таким образом, рассмотренная практика управления цифровой трансформацией в транспортных организациях ЕС показывает наличие различных подходов к ее проведению. При этом неизменным является стремление компаний к созданию бизнес-моделей, отличающихся максимальным уровнем цифровизации.

2.2. Современный уровень цифровой трансформации различных видов транспорта в европейских странах

Анализ специфики цифровой трансформации различных видов транспорта позволил установить реализацию в странах ЕС единой многоплановой политики цифровизации. При этом, однако, предоставление странам равных возможностей не свидетельствует о получении идентичных результатов, потому важно оценить уровень цифровой трансформации транспортных отраслей европейских стран.

Первым этапом такой оценки является анализ показателей подключенности. На рис. 2.2 представлена статистика, отражающая удельный вес транспортных компаний европейских стран, имеющих веб-сайт.

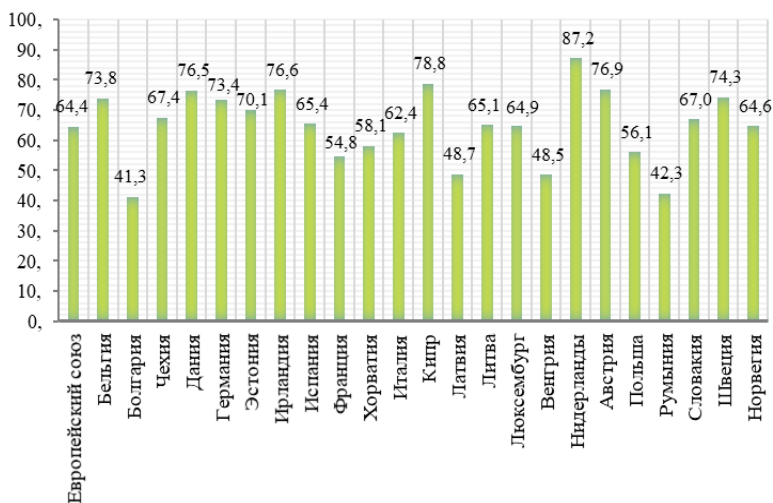


Рис. 2.2. Доля транспортных предприятий стран ЕС, имеющих веб-сайт, в 2021 г., %
 Источник: разработка авторов по данным EuroStat [101].

Как наглядно видно, в среднем 64,4 % транспортных европейских компаний имеют веб-сайт. Наиболее высокий уровень использования характерен для Нидерландов и Кипра, где веб-сайт имеют 87,2 % и 78,8 % компаний соответственно.

Характеристика наполненности сайтов транспортных организаций стран ЕС отражена в табл. 2.1.

Таблица 2.1 – Характеристика информации сайтов транспортных организаций стран ЕС

Страна	Предприятия, на сайте которых				
	размещено описание товаров или услуг, прайс-листы, %	есть онлайн-заказ или бронирование, %	есть отслеживание заказов в режиме онлайн, %	есть ссылки на профили предприятия в социальных сетях, %	есть служба чата, где отвечает чат-бот или виртуальный агент, %
1	2	3	4	5	6
ЕС	47,7	13,3	8,5	26,1	1,9
Бельгия	61	18,9	15,4	38,3	3,4
Болгария	34,1	10,5	9,0	12,9	1,4
Чехия	34,7	24,1	7,7	23,0	0,6

Окончание таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
Дания	40,0	22,9	9,4	44,0	0,9
Германия	59,4	13,2	8,0	24,8	1,8
Эстония	69,9	11,5	7,7	25,1	2,6
Ирландия	71,1	14,3	10,1	30,7	4,8
Испания	20,9	11,1	11,4	28,8	1,7
Франция	42,6	10,0	9,2	26,7	0,8
Хорватия	27,5	17,7	9,5	36,9	0,0
Италия	40,6	15,7	7,2	28,0	3,6
Кипр	78,8	6,1	6,6	44,4	0,4
Латвия	47,4	3,8	2,8	20,2	0,1
Литва	53,1	10,1	10,5	21,6	3,3
Люксембург	48,7	16,0	16,3	35,8	1,3
Венгрия	39,4	11,1	7,8	22,8	0,2
Нидерланды	72,0	25,2	14,6	43,2	1,0
Австрия	54,4	19,8	10,3	28,6	2,1
Польша	51,3	3,5	4,5	15,5	1,3
Румыния	38,8	19,3	8,2	13,5	2,8
Словакия	58,9	17,0	7,2	16,8	2,1
Швеция	62,1	24,2	10,5	41,3	0,5
Норвегия	54,1	21,9	14,2	45,6	1,7

Источник: разработка авторов по данным EuroStat [101].

Анализ данных, отраженных в таблице, позволяет однозначно определить, что в классическом варианте сайты европейских транспортных организаций включают:

- описание товаров или услуг, прайс-листы – 47,7 %;
- ссылки на профили предприятия в социальных сетях – 26,1 %;
- возможность онлайн-заказа или бронирования – 13,3 %.

Возможность отслеживания заказов в режиме онлайн при этом предоставляют 8,5 % транспортных европейских компаний, а службу чата, где клиентам отвечает чат-бот или виртуальный агент, имеют всего 1,9 % таких компаний.

Одновременно с использованием собственных веб-сайтов, транспортным европейским компаниям свойственна разработка внутренних корпоративных систем и предоставление сотрудникам удаленного доступа к ним, а также к иным важным цифровым инструментам. Характеристика возможностей удаленного доступа для сотрудников транспортных организаций стран ЕС представлена в табл. 2.2.

Таблица 2.2 – Характеристика возможностей удаленного доступа для сотрудников транспортных организаций стран ЕС

Страна	Предприятия, сотрудники которых имеют удаленный доступ к			
	системе электронной почты, документам, бизнес-приложениям или программному обеспечению предприятия, %	системе электронной почты предприятия, %	документам предприятия, %	к бизнес-приложениям или программному обеспечению предприятия, %
1	2	3	4	5
ЕС	48,4	74,1	58,1	54,0
Бельгия	79,3	89,6	86,2	81,1
Болгария	28,1	68,3	41,9	32,2
Чехия	37,7	60,5	46,7	47,4
Дания	57,6	76,3	67,6	61,8
Германия	56,7	79,5	66,4	61,9
Эстония	58,2	76,1	58,4	67,7
Ирландия	48,0	76,9	60,5	54,8
Испания	57,0	79,4	67,9	60,2
Франция	55,5	88,4	68,4	60,2
Хорватия	68,0	85,9	72,9	80,2
Италия	36,4	68,3	46,3	44,2
Кипр	61,8	89,1	66,4	69,8
Латвия	41,5	73,2	46,3	56,7
Литва	41,9	71,5	51,1	52,9
Люксембург	53,3	81,9	65,7	55,9
Венгрия	31,3	60,5	41,1	34,9
Нидерланды	61,0	75,3	68,4	63,0
Австрия	44,8	62,9	59,9	47,5
Польша	33,0	61,4	38,0	42,2
Румыния	36,7	67,0	48,2	38,9
Словакия	40,4	58,1	49,0	47,2
Швеция	45,2	61,8	57,6	48,9
Норвегия	56,2	81,0	64,0	65,0

Источник: разработка авторов по данным EuroStat [101].

Представленные данные позволяют определить, что в целом 48,4 % транспортных европейских организаций предоставляют своим сотрудникам доступ к системе электронной почты, документам, бизнес-приложениям или программному обеспечению. Одновременно в разрезе данных категорий сложилась следующая статистика доступа:

- к электронной почте доступ предоставляют 74,1 % компаний;
- к документам предприятия доступ предоставляют 58,1 % компаний;
- к бизнес-приложениям или программному обеспечению предприятия доступ предоставляют 54,0 % компаний.

В страновом разрезе наибольшая открытость свойственна Бельгии (в данной стране 79,3 % транспортных европейских организаций предоставляют своим сотрудникам доступ к системе электронной почты, документам, бизнес-приложениям или программному обеспечению), Хорватии (68,0 %), Кипру (61,8 %) и Нидерландам (61,0 %).

Вторым этапом анализа является оценка уровня использования европейскими транспортными организациями отдельных цифровых инструментов. В данном контексте использовались следующие показатели и временные периоды:

1. Показатели, характеризующие уровень использования традиционных инструментов цифровой трансформации:

- доля предприятий, использующих ERP, % – по состоянию на 2021 г.;
- доля предприятий, использующих программные решения, такие как управление взаимоотношениями с клиентами (CRM), % – по состоянию на 2021 г.

2. Показатели, характеризующие уровень использования инновационных инструментов цифровой трансформации:

- доля предприятий, использующих технологии радиочастотной идентификации RFID, % – по состоянию на 2021 г.;
- доля предприятий, использующих облачные вычисления, % – по состоянию на 2021 г.;
- доля предприятий, использующих Big Data, % – по состоянию на 2020 г.;
- доля предприятий, использующих промышленных или сервисных роботов, % – по состоянию на 2020 г.;
- доля предприятий, использующих Интернет вещей, % – по состоянию на 2021 г.;
- доля предприятий, использующих технологии искусственного интеллекта, % – по состоянию на 2021 г.

3. Показатели, характеризующие уровень цифрового взаимодействия с клиентами:

– доля предприятий, получающих заказы через Интернет, % – по состоянию на 2021 г.;

– доля предприятий с интернет-продажами (через веб-сайты, приложения или торговые площадки), % – по состоянию на 2021 г.;

– доля предприятий, отправляющих электронные счета, подходящие для автоматической обработки, % – по состоянию на 2020 г.

4. Показатели, характеризующие уровень цифрового взаимодействия с поставщиками и государственными органами:

– доля предприятий, размещающих заказы в Интернете, % – по состоянию на 2018 г.;

– доля предприятий, получающих электронные счета, пригодные для автоматизированной обработки, % – по состоянию на 2018 г.;

– доля предприятий, использующих Интернет для взаимодействия с государственными органами, % – по состоянию на 2018 г.;

– доля предприятий, использующих Интернет для проведения встреч, % – по состоянию на 2021 г.

Значения отмеченных показателей в разрезе оценочных категорий представлены в табл. 2.3–2.4.

Анализ представленных данных показывает, что в настоящее время традиционные инструменты цифровой трансформации в виде ERP-систем используют 29,5 % транспортных предприятий ЕС, а в виде CRM-систем – 24,8 % транспортных предприятий ЕС. При этом наблюдаются различные предпочтения для использования систем управления взаимодействием с клиентами. Компании одних европейских стран предпочитают применять CRM для анализа информации о клиентах в маркетинговых целях, других – для сбора, хранения и предоставления информации о клиентах другим бизнес-функциям. Статистика по использованию данного инструмента, в границах отмеченных целей, представлена на рис. 2.3 и 2.4.

Таблица 2.3 – Значения показателей, характеризующих уровень использования традиционных и инновационных инструментов цифровой трансформации

Страна	Пред-прия-тия, ис-поль-зую-щие ERP, % (2021)	Пред-прия-тия, ис-поль-зую-щие CRM, % (2021)	Пред-прия-тия, ис-поль-зую-щие RFID, % (2021)	Пред-прия-тия, которые используют облачные вычисления, % (2021)	Пред-прия-тия, которые используют Big Data, % (2020)	Пред-прия-тия, использующие про-мыш-лен-ных или сер-висных ро-ботов, % (2020)	Пред-прия-тия, которые используют Интернет ве-щей, % (2021)	Предприятия, которые используют технологии искусственного интеллекта, % (2021)
	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЕС	29,5	24,8	15,0	35,2	21,0	2,9	32,6	5,3
Бельгия	49,8	46,7	26,3	17	27,8	3,2	30,3	5,7
Болгария	16,5	15,9	19,1	9,5	11,0	3,4	18,1	1,9
Чехия	22,4	8,8	7,1	41,3	14,8	2,1	36,5	3,3
Дания	34,9	29,1	7,0	56,8	21,8	2,3	26,9	21,3
Германия	23,3	30,1	15,1	33,3	29,9	2,2	35,2	6,1
Эстония	14,9	17,0	11,8	50,2	8,9	0,5	32,8	2,4
Ирландия	17,1	22,5	16,9	62,1	22,5	5,4	34,9	5,0
Испания	47,7	35,1	18,8	27,0	14,0	4,2	30,2	9,0
Франция	42,3	23,1	12,4	26,4	40,3	4,4	25,8	4,2
Хорватия	21,3	15,8	11,1	32	12,4	2,7	31,1	7,5
Италия	20,5	17,5	20,4	52,9	14,6	3,0	38,1	3,0
Кипр	37,4	36,8	21,6	55,8	15,0	1,8	35,5	7,1
Латвия	39,6	16,9	9,5	18,0	7,6	1,4	30,0	3,5
Литва	44,4	28,6	10,1	30,8	13,4	1,6	35,9	3,8
Люксембург	33,5	34,2	23,2	29,2	28,5	5,2	27,0	10,1

Окончание таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Венгрия	13,7	9,1	10,3	21,6	12,4	0,2	27,9	3,3
Нидерланды	32,7	36,0	29,9	58,1	29,7	3,3	21,9	11,5
Австрия	30,6	24,0	18,3	33,9	4,8	1,3	58,9	7,0
Польша	24,5	24,9	8,9	23,8	11,6	3,5	35,7	1,8
Румыния	12,1	12,1	6,3	8,8	8,3	3,2	10,4	0,3
Словакия	22,6	10,8	13,3	26,8	5,6	3,0	32,5	6,2
Швеция	22,4	15,7	10,1	65,7	14,9	0,4	43,0	3,7
Норвегия	23,6	25,4	9,7	52,1	21,2	1,2	18,3	3,4

Источник: разработка авторов по данным EuroStat [10].

Таблица 2.4 – Значения показателей, характеризующих уровень цифрового взаимодействия

Страна	Предприятия, получающие заказы через Интернет, % (2021)	Предприятия с интернет-продажами, % (2021)	Предприятия, отправляющие электронные счета, % (2020)	Предприятия, размещающие заказы в Интернете, % (2018)	Предприятия, получающие электронные счета, пригодные для автоматизированной обработки, % (2018)	Предприятия, использующие Интернет для взаимодействия с государственными органами, % (2018)	Предприятия, использующие Интернет для проведения встреч, % (2021)
	П9	П10	П11	П12	П13	П14	П15
1	2	3	4	5	6	7	8
ЕС	15,3	11,6	32,1	35,0	28,6	93,2	38,3
Бельгия	24,6	14,9	21,2	36,2	29,4	84,0	21,1
Болгария	5,5	4,3	10,7	12,5	44,8	84,1	18,0
Чехия	14,3	10,5	10,5	50,8	21,4	94,6	23,0

Окончание таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8
Дания	35,6	22,0	41,7	49,3	26,9	92,1	64,5
Германия	10,6	7,9	22,5	44,6	24,9	84,0	46,8
Эстония	14,9	11,8	53,8	18,6	25,2	93,6	27,1
Ирландия	34,5	22,9	31,7	45,4	22,4	96,6	53,0
Испания	23,3	20,3	30,5	26,5	16,1	87,4	42,3
Франция	10,9	5,0	26,6	42,1	33,5	96,6	29,2
Хорватия	43,9	37,9	41,2	29,5	28,6	90,1	23,7
Италия	10,0	8,3	93,3	34,3	23,6	82,8	38,0
Кипр	7,5	6,6	16,2	37,0	14,7	86,2	73,0
Латвия	6,1	3,9	8,9	37,8	16,6	90,0	28,8
Литва	43,6	43,3	23,2	32,2	38,5	98,9	28,7
Люксембург	15,6	10,3	19,4	32,4	25,9	89,4	54,0
Венгрия	19,2	18,1	14,4	34,1	25,7	84,8	18,5
Нидерланды	26,2	17,6	23,8	54,5	42,1	91,9	46,1
Австрия	30,6	26,9	21,6	47,8	21,7	94,6	34,4
Польша	8,9	8,5	13,4	26,6	32,0	90,2	25,8
Румыния	8,1	7,2	18,9	11,7	19,7	79,2	29,9
Словакия	9,1	7,6	13,1	18,1	26,2	91,9	24,7
Швеция	29,3	15,8	31,2	68,2	16,8	97,0	60,2
Норвегия	18,6	11,9	56,9	40,9	49,6	89,1	64,5

Источник: разработка авторов по данным EuroStat [101].

Рис. 2.3 отражает долю транспортных предприятий стран ЕС, использующих CRM для анализа информации о клиентах в маркетинговых целях.

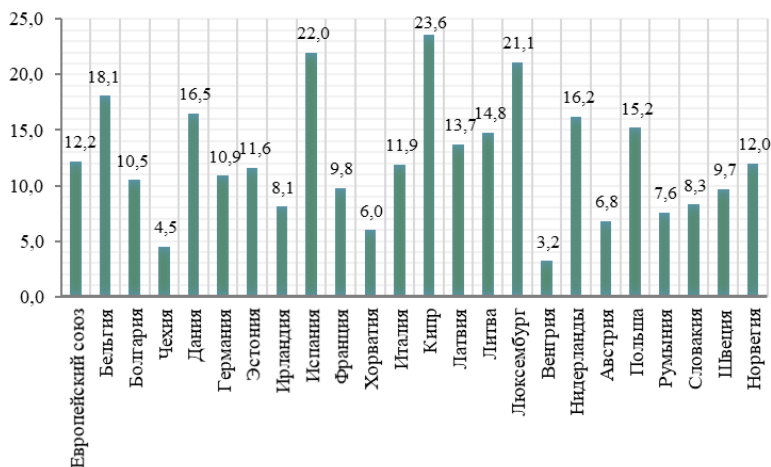


Рис. 2.3. Доля транспортных предприятий стран ЕС, использующих CRM для анализа информации о клиентах в маркетинговых целях в 2021 г., %
 Источник: разработка авторов по данным EuroStat [101].

Как видно, использование CRM для анализа информации о клиентах в маркетинговых целях свойственно лишь 12,2 % европейских транспортных компаний. Широкое применение CRM в таком варианте отмечено в Испании, Люксембурге, на Кипре, в Бельгии и т. д.

Применение CRM для сбора, хранения и предоставления информации о клиентах другим бизнес-функциям одновременно свойственно в среднем 48,4 % транспортных организаций ЕС (рис. 2.4). При этом для Бельгии, Хорватии, Кипра и Нидерландов этот показатель превышает 60 %.

Использование инновационных инструментов в рамках цифровой трансформации транспортных организаций ЕС распространено менее существенно. Так, технологии радиочастотной идентификации RFID использует 15,0 % европейских транспортных компаний, облачные вычисления – 35,2 %, Big Data – 21,0 %, промышленных или сервисных роботов – 2,9 %, Интернет вещей – 32,6 %, и технологии искусственного интеллекта – 5,3 %. Таким образом, среди инновационных инструментов наибольшей популярностью пользуются облачные вычисления и Интернет вещей, наименьшей – промышленные или сервисные роботы.

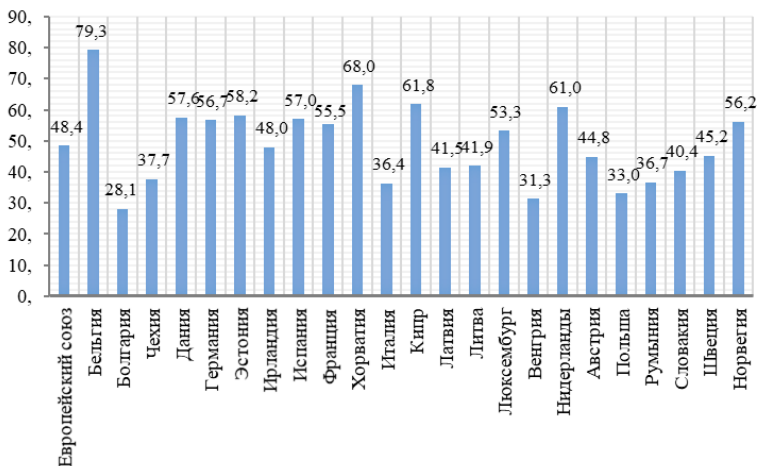


Рис. 2.4. Доля транспортных предприятий стран ЕС, использующих CRM для сбора, хранения и предоставления информации о клиентах другим бизнес-функциям в 2021 г., %

Источник: разработка авторов по данным EuroStat [101].

Одновременно отмечается довольно высокий уровень цифрового взаимодействия с клиентами, поставщиками и государственными органами. Оценка показателей цифрового взаимодействия организаций транспортной отрасли позволяет установить, что на сегодняшний день 15,3 % европейских транспортных компаний получают заказы через Интернет и 11,6 % – относятся к предприятиям с интернет-продажами. При этом сложилось следующее распределение вариантов организации интернет-продаж (табл. 2.5).

Таблица 2.5 – Характеристика вариантов организации интернет-продаж транспортными организациями стран ЕС

Страна	Предприятия с интернет-продажами через веб-сайты, приложения или торговые площадки, %	Предприятия с интернет-продажами через собственные веб-сайты или приложения, %	Предприятия с веб-продажами через торговые площадки электронной коммерции, %
1	2	3	4
ЕС	11,6	8,7	5,5
Бельгия	14,9	14,3	2,5
Болгария	4,3	3,5	1,0
Чехия	10,5	10,0	1,7
Дания	22,0	21,9	4,5

Окончание таблицы 2.5

1	2	3	4
Германия	7,9	6,5	5,5
Эстония	11,8	11,6	2,4
Ирландия	22,9	21,9	4,4
Испания	20,3	16,2	7,1
Франция	5,0	4,8	0,4
Хорватия	37,9	11,3	14,1
Италия	8,3	6,4	3,6
Кипр	6,6	5,6	2,8
Латвия	3,9	3,8	1,2
Литва	43,3	6,8	39,5
Люксембург	10,3	7,6	5,5
Венгрия	18,1	10,8	12,8
Нидерланды	17,6	15,9	5,9
Австрия	26,9	20,8	15,9
Польша	8,5	3,6	6,1
Румыния	7,2	6,3	2,7
Словакия	7,6	6,7	1,0
Швеция	15,8	15,2	2,9
Норвегия	11,9	11,2	3,5

Источник: разработка авторов по данным EuroStat [101].

В рамках организации цифрового взаимодействия с клиентами 32,1 % предприятий отправляет электронные счета, подходящие для автоматической обработки. Взаимодействие с контрагентами и государственным органами одновременно характеризуется следующим:

- 35,0 % европейских транспортных компаний размещают заказы в Интернете;
- 28,6 % получают электронные счета, пригодные для автоматизированной обработки;
- 93,2 % используют Интернет для взаимодействия с государственными органами;
- 38,3 % используют Интернет для проведения встреч.

В целом приведенные данные свидетельствуют о недостаточно высоком уровне использования европейскими транспортными компаниями цифровых инструментов при одновременном довольно высоком уровне цифрового взаимодействия с клиентами, поставщиками и государственными органами. При этом важно отметить, что руководство европейских стран уделяет особое внимание данному вопросу, что стимулирует ежегодное повышение результирующих показателей.

ГЛАВА 3. ОСОБЕННОСТИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ТРАНСПОРТА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

3.1. Современное состояние транспортной отрасли страны

Транспортная отрасль является важнейшей составляющей национальной экономики страны. По оценке Национального статистического комитета Республики Беларусь доля транспортной отрасли в валовом внутреннем продукте в 2022 г. составила 4,8 %. При этом транспортные услуги сформировали практически 44 % общего объема экспорта услуг.

Транспортная отрасль страны призвана своевременно и качественно обеспечивать потребности населения в перевозках и услугах, а также поддерживать жизнедеятельность всех отраслей экономики и национальную безопасность государства. Она включает:

- автомобильный транспорт, представленный совокупностью государственных и частных автотранспортных предприятий различных размеров;
- железнодорожный транспорт, представленный ГО «Белорусская железная дорога», включающим шесть отделений: Минское, Барановичское, Брестское, Гомельское, Могилевское и Витебское;
- водный транспорт, представленный четырьмя транспортными организациями;
- воздушный транспорт, в рамках которого функционируют РУП «Национальная авиакомпания «Белавиа», ОАО «Авиакомпания «Гродно», РУП «Национальный аэропорт Минск», ОАО «Авиакомпания «Трансавиаэкспорт», РУП «Белаэронавигация», а также национальные организации негосударственной формы собственности;
- трубопроводный транспорт, предусматривающий транспортировку сырья и продуктов по трубам;
- городской электрический транспорт и метрополитен.

В транспортной отрасли Республики Беларусь по состоянию на 1 января 2023 г. функционировало более 10,6 тыс. организаций различных форм собственности и более 38,6 тыс. индивидуальных предпринимателей [25]. При этом за последние шесть лет произошло значительное сокращение численности транспортных компаний с одновременным ростом количества предпринимателей, оказывающих транспортные услуги – рис. 3.1.

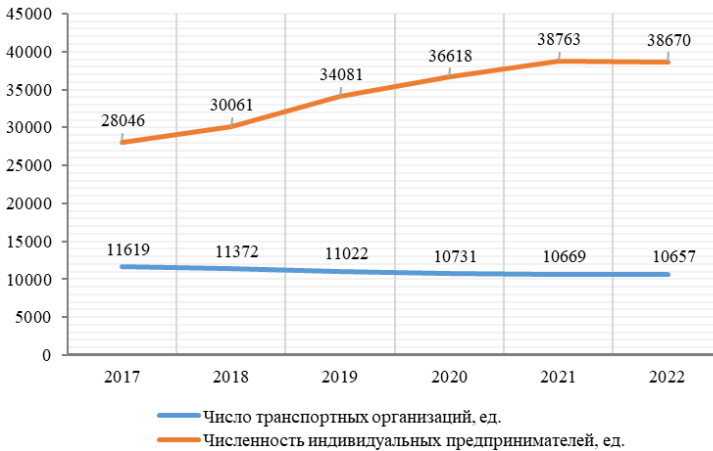


Рис. 3.1. Численность транспортных организаций и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих транспортную деятельность

Источник: разработка авторов по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь [77–80].

Как видно из представленных данных, в рамках рассматриваемого периода произошло снижение количества функционирующих в стране транспортных организаций с 11619 ед. до 10657 ед. или на 5,3 %. В то же время наблюдался прирост численности индивидуальных предпринимателей с 28046 ед. до 38670 ед. или на 37,3 %.

В структуре транспортных компаний Республики Беларусь преобладали организации, осуществляющие перевозки с использованием сухопутного и трубопроводного транспорта, наименьшая доля пришлась на организации водного и воздушного транспорта. При этом отмеченное ранее сокращение численности организаций было свойственно в основном организациям сухопутного и трубопроводного транспорта, численность организаций водного и воздушного транспорта осталась практически неизменной, а численность организаций, осуществляющих складирование и вспомогательную деятельность, существенно выросла.

Одновременно с сокращением количества функционирующих транспортных компаний наблюдалось снижение численности их работников. Наглядно динамика численности работников транспортных организаций страны в 2017–2022 гг. представлена на рис. 3.2.



Рис. 3.2. Численность работников транспортных организаций

Источник: разработка авторов по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь [77–80].

Имеющиеся статистические данные позволяют установить, что по состоянию на 2022 г. количество лиц, занятых в транспортной отрасли страны составило 258,2 тыс. чел. или 6,2 % от общей численности лиц, занятых в экономике. Совокупное падение численности работников транспортных организаций Республики Беларусь за период с 2017 г. по 2022 г. составило 14,1 тыс. чел. Одновременно стоит подчеркнуть, что удельный вес лиц, занятых в транспортном отрасли страны в процентах от общей численности лиц, занятых в экономике, на начало и конец исследуемого периода имел практически аналогичную величину.

Транспортными организациями страны в 2022 г. было перевезено около 1568,3 млн человек; пассажирооборот транспорта составил 21687,7 млн пассажиро-км. Грузооборот транспортных компаний одновременно равнялся 88626,0 млн тонно-км. Наглядно результаты деятельности отечественных транспортных организаций представлены в рамках рис. 3.3.

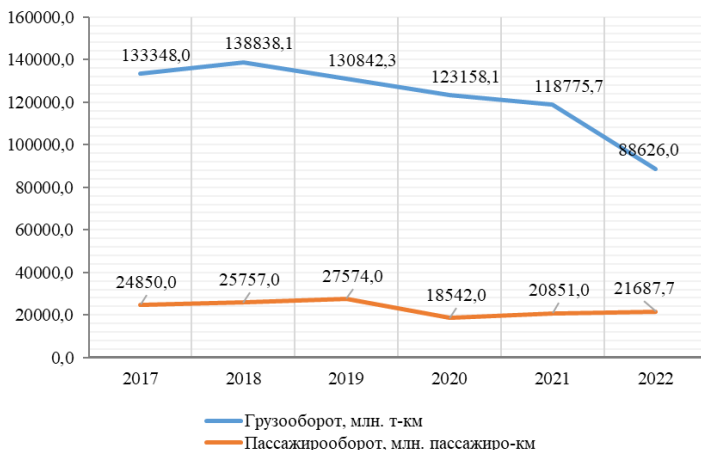


Рис 3.3. Результаты деятельности отечественных транспортных организаций
Источник: разработка авторов по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь [77–80].

Таким образом, **работа пассажирского транспорта** в 2021–2022 гг. характеризовалась положительной динамикой после наблюдаемого ранее в 2020 г. существенного падения, обусловленного негативным влиянием последствий распространения коронавирусной инфекции. В структуре пассажирооборота в 2022 г. преобладал автомобильный транспорт, на который пришлось 38,1 %. Доля иных видов транспорта составила: железнодорожного – 21,5 %, воздушного – 22,1 %, городского электрического и метрополитена – 15,3 %, таксомоторного – 3,1 % и внутреннего водного – менее 0,1 %.

Прирост пассажирооборота по сравнению с 2021 г. составил 836,7 млн пассажиро-км. Драйверами роста выступили железнодорожный и воздушный транспорт. При этом повышение объемов пассажирооборота для железнодорожного транспорта было обеспечено во многом возобновлением международного пассажирского сообщения между Республикой Беларусь и Российской Федерацией.

Грузооборот отечественного транспорта в 2022 г. одновременно сократился на 30149,7 млн т-км по сравнению с предыдущим годом, что было обусловлено существенным ухудшением геополитической ситуации. В структуре грузооборота наибольшую долю составил трубопроводный транспорт – 37,5 %. В то же время на железнодорожный транспорт пришлось 37,4 %, на автомобильный –

24,9 %, воздушный – 0,1 %, внутренний водный – менее 0,1 %. Уровень грузооборота и объем перевезенных грузов за 2022 г. показали спад практически по всем видам транспорта, наибольший спад был характерен для железнодорожного и трубопроводного транспорта. В 2021 г., напротив, падение грузооборота было установлено лишь по трубопроводному транспорту при одновременном его повышении по всем иным видам транспорта.

Наряду с отмеченными результатами работы транспортной отрасли страны, в 2022 г. был обеспечен **экспорт транспортных услуг** на общую сумму в 3716,0 млн долл. – рис. 3.4.

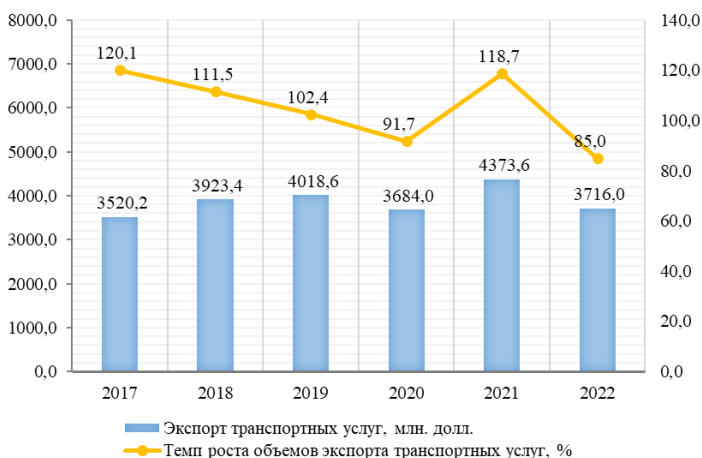


Рис. 3.4. Экспорт транспортных услуг отечественными компаниями

Источник: разработка авторов по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь [25] и UNCTAD [100].

В целом наиболее высокий уровень экспорта транспортных услуг отечественными компаниями пришелся на 2021 г. – 4373,6 млн долл., в 2022 г. ввиду ухудшения геополитической ситуации произошло падение данного показателя на 15,0 %. Объемы экспорта транспортных услуг в разы увеличились в Азербайджан, Египет, Иран, обеспечен прирост экспорта в Российскую Федерацию, Армению, Грузию и Казахстан. Положительное сальдо внешней торговли транспортными услугами в 2022 г. составило более 1,3 млрд долл.

Наблюдаемое в 2022 г. ухудшение условий внешней среды привело также к ухудшению результирующих **финансовых показателей**, а именно сокращению прибыли от текущей деятельности транспортных организаций. При этом ввиду инфляционных процессов был обеспечен прирост величины валовой добавленной стоимости транспортной отрасли (рис. 3.5).



Рис. 3.5. Валовая добавленная стоимость и прибыль от текущей деятельности организаций транспорта

Источник: разработка авторов по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь [77–80].

Так, в 2022 г. валовая добавленная стоимость по виду экономической деятельности «транспортная деятельность, складирование, почтовая и курьерская деятельность» составила 9543,8 млн руб., повысившись за год на 929,6 млн руб. или 10,8 %. Прирост валовой добавленной стоимости транспортной деятельности сложился за счет повышения тарифов на грузовые и пассажирские перевозки, а также увеличения пассажирооборота на 4,0 %.

Наряду с ростом валовой добавленной стоимости, сформированной в рамках оказания транспортных услуг, произошло сокращение величины прибыли от текущей деятельности организаций транспорта с 1682,7 млн руб. в 2021 г. до 1113,6 млн руб. в 2022 г. или на 33,8 %. При этом важно отметить, что уровень прибыли от текущей деятельности, установился в размере значительно меньшем, чем даже в кризисном 2020 г.

Таким образом, развитие транспортных организаций страны на современном этапе характеризуется положительными изменениями и постепенным восстановлением объемов после существенного падения, обусловленного негативным влиянием коронавирусной инфекции. Финансовые результаты функционирования транспортных компаний страны отражают получение ими хоть и сниженного, но довольно высокого уровня чистой прибыли, что позволяет рассматривать цифровую трансформацию в качестве одного из направлений их стратегического развития.

3.2. Цифровая трансформация отечественных транспортных организаций

Основные аспекты цифровой трансформации транспортных организаций и транспортной отрасли Республики Беларусь ввиду ее существенной значимости заложены в государственные программы и стратегии. В общем виде принципы государственной политики в сфере информатизации установлены **Стратегией развития информатизации в Республике Беларусь на 2016–2022 гг.** [72]. В данном документе определены направления информатизации транспорта общего пользования, а также отмечена целесообразность проведения работ по внедрению стандартов обмена электронными данными для административных, коммерческих и транспортных целей (EDIFACT).

К направлениям информатизации транспорта общего пользования отнесены:

- создание интеллектуальной транспортной системы Республики Беларусь, интегрированной с транспортными системами Европейского союза и ЕАЭС, объединяющей автомобильный, железнодорожный, воздушный и водный транспорт на основе формирования единого информационного транспортного пространства;
- создание сети мультимодальных транспортно-логистических центров, позволяющих на основе современных ИКТ и контейнеризации перевозок использовать преимущества всех видов транспорта и оказывать услуги по доставке грузов по принципу «от двери до двери»;
- формирование адаптированной к международной практике системы электронного документооборота на транспорте, включая единую электронную товарно-транспортную накладную для всех видов транспорта;

- внедрение в работу транспорта современных геоинформационных, навигационных, информационно-аналитических и коммуникационных систем;
- координация развития различных видов транспорта на основе применения или интеграции информационных систем и оптимизации маршрутной сети транспорта общего пользования;
- совершенствование системы обеспечения безопасности транспортной деятельности на основе модернизации инфраструктуры транспортного комплекса и организации ситуационного мониторинга;
- создание условий для организации перевозок «беспилотными» транспортными средствами.

Кроме отмеченных направлений, установлена необходимость широкого внедрения технологии «Интернет вещей» в транспортно-логистических процессах.

Основываясь на отмеченных стратегических направлениях развития информатизации и с целью внедрения информационно-коммуникационных и передовых производственных технологий в отрасли национальной экономики и сферы жизнедеятельности общества была также сформирована **Государственная программа «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 гг.**, утвержденная Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 02.02.2021 г. № 66, и устанавливающая цели и задачи, мероприятия и сроки их реализации, заказчиков и источники финансирования [12]. В рамках данной программы разработаны:

1. Подпрограмма «Инфраструктура цифрового развития», которая предусматривает формирование в стране единого цифрового пространства на базе развитой транспортной инфраструктуры сети передачи данных.

2. Подпрограмма «Цифровое развитие отраслей экономики», которая предусматривает создание интеграционной платформы национальной системы электронной логистики, в т. ч.:

1) разработку интеграционной платформы национальной системы электронной логистики;

2) разработку сервисов национальной системы электронной логистики, в т. ч.:

- разработку сервисов по применению электронного протокола весогабаритного контроля и электронного протокола результатов

проверки органами транспортного контроля, обмена и контролю использования разрешений на международные автоперевозки;

- разработку сервиса по проведению медицинского освидетельствования водителей автотранспортных средств дистанционно (включая профилактику и предупреждение коронавирусной инфекции COVID-19);

- разработку сервиса по применению электронной международной транспортной накладной (для автомобильного транспорта);

3) разработку модуля трансграничного информационного обмена.

3. Подпрограмма «Региональное цифровое развитие», которая предусматривает создание центра управления движением и других компонентов интеллектуальной транспортной системы в Республике Беларусь.

С целью повышения эффективности функционирования транспортного комплекса, оперативности выполнения технологических операций в транспортной и логистической деятельности, совершенствования системы государственного управления на основе цифровой трансформации существующих технологических процессов и систем Министерством транспорта и коммуникаций также утверждены:

1. Стратегия развития цифровых технологий в области транспортной деятельности до 2025 г.

2. Комплексный план развития информатизации и цифровизации транспортно-логистической деятельности на период до 2025 г.

Основной целью **Стратегии развития цифровых технологий в области транспортной деятельности до 2025 г.** является повышение эффективности функционирования транспортного комплекса, оперативности выполнения технологических операций в транспортной и логистической деятельности, совершенствование системы государственного управления на основе цифровой трансформации существующих технологических процессов и систем [73]. Основными задачами развития цифровых технологий в транспортной и логистической деятельности выступают:

- создание единой информационной платформы транспортной деятельности, которая будет выступать доверенной информационной средой для обеспечения обмена информацией между всеми

участниками транспортной и логистической деятельности и заинтересованными государственными органами;

- цифровизация объектов транспортной инфраструктуры;
- подготовка и повышение квалификации кадров в транспортной и логистической деятельности, развитие научных исследований, ориентированных на цифровые технологии.

Для цифровизации и информатизации транспортной деятельности в рамках стратегии спланирована реализация мероприятий по следующим направлениям:

1) создание комплексов web-сервисов:

- сервисов государственных административных процедур и государственных коммерческих электронных услуг, обеспечивающих проведение административных процедур (получение разрешений на проезд транспортных средств, оплата платных дорог и т. д.), электронное оформление транспортных и логистических документов на осуществление перевозок грузов и пассажиров, допуск водителей и транспортных средств к выполнению автомобильных перевозок в части обеспечения безопасности перевозок, электронное бронирование времени прохождения транспортного средства через пункты пропуска на государственной границе республики;

- сервисов негосударственных электронных услуг, в т. ч.: сервиса службы помощи на дорогах, сервиса электронного страхования и оплаты транспортных услуг, сервиса мониторинга движения грузов или транспортных средств с применением электронных пломб и RFID-меток;

- сервисов информационных услуг и открытых данных, в т. ч.: сервиса электронной картографии транспортной инфраструктуры, сервиса единой нормативно-справочной и нормативно-технической информации о транспортной отрасли, сервиса информирования и обмена данными о загруженности транспортных систем, расписании и маршрутах движения транспорта, стоимости услуг;

2) развитие единой информационно-телекоммуникационной среды (сетей передачи данных) как основы для функционирования всех цифровых сервисов на транспорте;

3) цифровая трансформация процессов создания, поддержки и ликвидации транспортной инфраструктуры на всех стадиях жизненного цикла, обеспечивающая автоматизированное планирование бюджетов, работ по созданию и ремонту объектов инфраструктуры;

4) развитие интеллектуальных транспортных систем на дорожно-транспортной инфраструктуре, позволяющих повышать уровень безопасности движения и обеспечивать предпосылки для запуска высокоавтоматизированного, в том числе беспилотного транспорта;

5) информатизация и цифровая трансформация бизнес-процессов подведомственных организаций.

Комплексный план развития информатизации и цифровизации транспортно-логистической деятельности на период до 2025 г. одновременно включает совокупность мероприятий, разделенных на два типа: общепромышленные мероприятия и мероприятия по развитию цифровизации в области транспорта и дорожного хозяйства [31]. Последние включают мероприятия по цифровой трансформации автомобильного, железнодорожного и водного транспорта, а также гражданской авиации и дорожного хозяйства.

В реализации Стратегии развития цифровых технологий в области транспортной деятельности до 2025 г. и мероприятий Комплексного плана развития информатизации и цифровизации транспортно-логистической деятельности на период до 2025 г. принимают участие организации Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, в т. ч. транспортная инспекция, БелНИИТ «Транстехника», РУП «Белдорсвязь», ГО «Белорусская железная дорога», ГП «Белжелдорпроект», РУП «Национальный аэропорт «Минск» и др. Данными организациями осуществляется ежеквартальное представление отчетных материалов в БелНИИТ «Транстехника», которая аккумулирует и анализирует информацию с последующим представлением в министерство.

Кроме отмеченных специализированных нормативно-правовых актов, отдельные аспекты цифровой трансформации транспортной отрасли страны заложены в Национальную стратегию устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 г. и Программу социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 гг.

Национальной стратегией устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 г. предусмотрена цифровизация транспортно-логистических процессов, нацеленная на ускоренное развитие интеллектуальной транспортной системы и повышение глобальной конкурентоспособности транспорта [54]. Стратегия подразумевает повышение общего уровня информатизации транспортных процессов на основе широкого внедрения интеллектуальных систем мониторинга

и управления, развития транспортных услуг на базе электронных платформ, а также активизацию работы по обеспечению современным информационно-техническим оборудованием, системами навигации и наблюдения подвижного состава, транспортных узлов и коммуникаций, а также по совершенствованию систем учета проезда в общественном транспорте. Кроме того, в рамках стратегии намечены меры по расширению использования электронного документооборота (в т. ч. перевод в цифровой формат сопроводительных документов) и больших массивов данных при перевозках грузов и пассажиров, а также применение концепции «Интернет вещей», облачных вычислений для оптимизации транспортных потоков, в том числе диагностики состояния транспортной инфраструктуры.

Программой социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 гг. в сфере транспорта предусмотрены: интеграция элементов дорожно-транспортной системы в единую интеллектуальную транспортную систему с центром управления движением и развитие информационно-управляющих систем автоматизации перевозочного процесса, грузовой и коммерческой работы железнодорожного транспорта [47]. Дополнительно определены: переход на цифровые технологии документооборота и расширение использование цифровых форм сопроводительных документов при международных перевозках грузов различными видами транспорта.

Таким образом, проблеме цифровой трансформации транспортной отрасли в Республике Беларусь уделяется существенное внимание на государственном уровне, что отражается в реализации целого ряда государственных программ и проектов. Положительной чертой такого подхода выступает постоянный мониторинг уровня цифровизации и контроль за выполнением установленных показателей.

Кроме нормативно-правового регулирования процесса и направлений цифровой трансформации национального транспорта в стране сложилась **база законодательных актов, регулирующих различные стороны цифрового взаимодействия.** При этом нормативную основу цифровизации, наряду с программными документами, составили акты, направленные на повсеместное внедрение информационных технологий и регулирование взаимоотношений, возникающих в Интернет-среде. Среди данных нормативно-правовых актов можно отметить:

1. Закон «Об информации, информатизации и защите информации» от 10 ноября 2008 г. № 455-З.
2. Закон «Об электросвязи» от 19 июля 2005 г. № 45-З.
3. Закон «О техническом нормировании и стандартизации» от 5 января 2004 г. № 262-З.
4. Закон «Об электронном документе и электронной цифровой подписи» от 28 декабря 2009 г. № 113-З.
5. Указ Президента Республики Беларусь «О некоторых мерах по развитию сети передачи данных» от 30 сентября 2010 г. № 515.
6. Указ Президента Республики Беларусь «О мерах по совершенствованию использования национального сегмента сети Интернет» от 1 февраля 2010 г. № 60.
7. Указ Президента Республики Беларусь «О навигационной деятельности» от 21 июля 2011 г. № 260.
8. Указ Президента Республики Беларусь «Об отдельных вопросах функционирования системы электронного сбора платы за проезд транспортных средств по определенным дорогам Республики Беларусь» от 27 сентября 2012 г. № 426.
9. Указ Президента Республики Беларусь «О некоторых вопросах информатизации» от 2 декабря 2013 г. № 531.

Характеристика данных нормативно-правовых актов представлена в прил. 4.

С 2017 г. нормативно-правовое регулирование исследуемой области приобрело более четкие черты в виде принятого Декрета Президента Республики Беларусь «О развитии цифровой экономики» от 21 декабря 2017 г. № 8, который является базовым нормативным правовым актом в области цифровизации и в настоящее время. В рамках Декрета определена необходимость создания условий для внедрения в экономику Республики Беларусь технологии реестра блоков транзакций (блокчейн), иных технологий, основанных на принципах распределенности, децентрализации и безопасности совершаемых с их использованием операций, а также основы предоставления льгот и преференций участникам отношений, связанных с применением данных технологий.

Следующим в развитии нормативно-правового окружения стало принятие Советом Министров Республики Беларусь Постановления «О функционировании механизма электронных накладных» от 30 де-

кабря 2019 г. № 940. Постановлением определен механизм использования электронных накладных и предусмотрено расширение сферы возможного применения электронного документооборота путем включения в данный механизм автомобильных перевозчиков и формирования основы для использования международной товарно-транспортной накладной в виде электронного документа (e-CMR). При этом установлено рассмотрение в качестве электронных накладных товарно-транспортных и товарных накладных в виде электронных документов и электронных сообщений, создаваемых грузоотправителем при отгрузке товаров в адрес организации, местом нахождения которой не является Республика Беларусь, а также иностранного гражданина и лица без гражданства, осуществляющих предпринимательскую и иную хозяйственную (экономическую) деятельность.

В рамках Постановления также определен механизм обмена данными при использовании электронных накладных и предусмотрено, что создание, передача и получение электронных документов должны осуществляться через систему электронного обмена данными (Electronic Data Interchange – EDI). Дополнительно установлены:

- требования, предъявляемые к e-CMR;
- требования, предъявляемые к EDI-провайдеру;
- порядок соблюдения EDI-провайдерами конфиденциальности при работе с системой электронного документооборота;
- порядок идентификации участников электронного документооборота;
- механизмы подтверждения полномочий ответственных лиц на подписание электронных документов.

Среди иных нормативных правовых актов, к числу правовых регуляторов цифрового взаимодействия транспортных компаний с субъектами внешней среды можно отнести Указ Президента Республики Беларусь «О цифровых банковских технологиях» от 18 апреля 2019 г. № 148 и Постановление Совета Министров Республики Беларусь «Об утверждении Положения о порядке предварительной идентификации пользователей Интернет-ресурса, сетевого издания» от 23 ноября 2018 г. № 850 (прил. 4). Представленные нормативно-правовые акты формируют основу цифрового взаимодействия отечественных транспортных организаций и определяют его границы и особенности.

В целом проведенный анализ национального законодательства свидетельствует о том, что правовое регулирование цифровой трансформации транспорта в Республике Беларусь опирается в основном на акты, регулирующие общие экономические отношения, и разработанные государственные программы.

Отмеченная высокая значимость цифровой трансформации транспорта и контроль реализации соответствующих мер со стороны государства обеспечили довольно высокую активность отечественных предприятий в данной области. Так, в настоящее время только реестр информационных систем и ресурсов Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь включает 38 отечественных информационных систем, владельцами которых являются операторы различных видов транспорта. Одновременно с данными системами, не имеющими аналогов, транспортными предприятиями используется ряд типовых информационных систем отечественного и зарубежного производства, доработанных с учетом имеющихся особенностей. При этом практика цифровизации организаций в границах отдельных видов транспорта имеет свои особенности.

Цифровая трансформация автомобильного транспорта. В сфере автомобильных перевозок наиболее успешно реализуются направления цифровизации, поддерживаемые органами государственного управления и осуществляемые отдельными государственными организациями. Например, в 2010 г. РУП «Белдорцентр» разработало корпоративный банк данных параметров автомобильных дорог общего пользования Республики Беларусь. Назначение и основные функции банка включили: ведение базы данных об элементах автомобильных дорог и их параметрах, выполняемых ремонтах, интенсивности движения и составе транспортного потока, а также ведение и формирование Государственного реестра автомобильных дорог общего пользования Республики Беларусь. В 2019 г. в рамках дальнейшей цифровизации РУП «Белдорцентр» была разработана система удаленной выдачи специальных разрешений на проезд тяжеловесных и (или) крупногабаритных транспортных средств по автомобильным дорогам общего пользования Республики Беларусь на основе электронного документа, предусмотренная для автоматизации соответствующей деятельности. Дополнительно предприятием в настоящее время ведется разработка цифровой технологии, по

оценке эксплуатационного состояния автомобильных дорог на основе панорамной видеосъемки высокого разрешения.

В связи с практическим применением с 2011 г. таможенными органами Республики Беларусь приложения TIR-EPD, оно стало доступно и для автомобильных перевозчиков. Данное приложение разработано специалистами Международного союза автомобильного транспорта (МСАТ) и позволяет передавать (отправлять) электронную информацию о перевозке (транспортных средствах, грузах и др.) во все страны по маршруту следования транспортного средства. Целью создания приложения стало снижение рисков и времени совершения таможенных операций вследствие анализа предварительной информации на границе. Последняя версия приложения TIR-EPD была внедрена в работу автомобильного транспорта с декабря 2022 г. и включила новый механизм аутентификации и авторизации пользователей, направленный на усиление уровня безопасности. В результате этого в настоящее время в стране действует эффективная система предварительного информирования на автомобильном транспорте и существует возможность подачи транзитной декларации в электронном виде.

ГУ «Белавтострада» с 1 июля 2013 года внедрила систему электронного сбора платы в режиме свободного многополосного движения за проезд транспортных средств по определенным дорогам Республики Беларусь (ETC-Система), основанную на использовании технологии специализированной радиосвязи на коротких расстояниях. Данная технология позволяет пользователям дороги оплачивать проезд без остановки транспортных средств в пунктах сбора оплаты.

С 1 августа 2013 г. для обеспечения возможности оплаты в коммерческую эксплуатацию под торговой маркой BelToll введена национальная электронная система взимания платы за проезд по республиканским автомобильным дорогам, предусматривающая автоматическое взимание платы с транспортных средств с технически допустимой общей массой более 3,5 т, а также транспортных средств с технически допустимой массой не более 3,5 т при условии их регистрации за пределами территории государств – членов Евразийского экономического союза. Над полотном дорог, входящих в систему BelToll, размещаются металлические порталы сбора платы, оснащенные

ные приемопередатчиками, которые обеспечивают обмен информацией с бортовым устройством, установленным на лобовом стекле транспортного средства. В эксплуатации системы BelToll в настоящее время находится более 303,5 тыс. бортовых устройств и действует 51 пункт обслуживания пользователей, расположенный во всех областных центрах.

Кроме отмеченного, ГУ «Белавтострада» внедрены:

- система ведения безналичных расчетов с помощью пластиковых электронных карт (ПЭК) ГУ «Белавтострада» с соответствующим Web-центром. В рамках данного Web-центра для каждого из клиентов доступен личный кабинет, в котором имеется общая информация по договору, перечень электронных карт договора, список платежей по договору, список отпущенных нефтепродуктов, товаров и услуг по электронным картам, а также сальдо, обороты, НДС по договору и пр.;

- система динамического взвешивания транспортных средств (СДВ), нацеленная на предварительный отбор перегруженных тяжеловесных транспортных средств и позволяющая производить мониторинг транспортных средств в движении, не останавливая транспортный поток, путем передачи информации по каналам связи в Транспортную инспекцию.

В 2019 г. РУП «Белтаможсервис» была разработана программа использования навигационных пломб и определен национальный оператор – ОДО «Белнефтегаз», а также осуществлена увязка соответствующих программных продуктов с программными продуктами таможенной службы Беларуси. В настоящее время для обеспечения использования навигационных пломб РУП «Белтаможсервис» использует программное обеспечение Monitoring, представляющее собой платформу для контроля местоположения грузов и транспортных средств. Данная платформа обеспечивает прозрачность и безопасность перевозок и решает проблему несанкционированного доступа к грузу. Monitoring стала первой платформой отслеживания и мониторинга грузоперевозок, введенной на государственном уровне на территории Евразийского экономического союза.

В рамках организации пассажирских перевозок Министерством транспорта и коммуникаций Республики Беларусь в 2008–2010 гг. было осуществлено внедрение специальной компьютерной системы централизованной продажи билетов на проезд в пассажирском

транспорте. Данная система позволила обеспечить автоматизацию расчетных операций при продаже билетов, учет, накопление и хранения данных, предоставление справочной информации о расписаниях движения и наличии свободных мест в автобусах, выполняющих международные, междугородные и пригородные перевозки пассажиров в регулярном сообщении. Кроме того, появилась возможность покупки билетов вне терминала начального пункта отправления автобусов.

В 2010–2011 гг. Министерством транспорта и коммуникаций Республики Беларусь дополнительно было произведено внедрение в автотранспортных организациях страны автоматизированной системы диспетчерского управления перевозками пассажиров в регулярном сообщении с использованием возможностей спутниковой навигации. Внедрение такой системы позволило повысить качество предоставляемых пассажирам услуг за счет оперативного контроля за движением автобусов, возможности срочной замены вышедшего из строя транспортного средства на маршруте, упорядочения и координации процесса перевозок.

С 1 февраля 2014 г. в рамках функционирования пассажирского транспорта впервые запущена Автоматизированная система оплаты и контроля проезда (АС ОКП), разработанная белорусским центром разработок международного холдинга IBA Group и ГП «Минсктранс». Данная система предназначена для оплаты проезда, контроля факта оплаты, продажи и пополнения электронных проездных документов на базе бесконтактной технологии Mifare Plus SL3 и продажи одноразовых проездных документов, а также сбора и анализа статистической информации о работе транспорта. Автоматизированная система оплаты и контроля проезда позволяет эффективно бороться с безбилетным проездом (за счет отключения системы на время контроля), подделкой проездных документов, а также производить максимально точный учет количества пассажиров в общественном транспорте. В рамках АС ОКП также реализована возможность использования бесконтактных смарт-карт.

В 2020 г. в использование была введена система «Оплати. Транспорт», позволяющая пассажирам приобретать электронные билеты на проезд в общественном автомобильном транспорте с использованием банковских приложений на смартфонах пассажиров. Для идентификации транспортного средства и соответственно перевозчика

или оператора в системе используются уникальные QR-коды, оплата при этом производится с отдельного счета в приложении. В 2021 г. дополнительно разработана система оплаты проезда Т-РАУ, также выстроенная на взаимодействии мобильного приложения на смартфонах пассажиров и QR-кодов в салонах пассажирских транспортных средств. В отличие от предыдущего рассмотренного приложения, в рамках Т-РАУ процесс оплаты проезда совершается через систему ЕРИП. После успешного совершения оплаты приложением автоматически генерируется электронный билет на одну поездку.

Значительный практический интерес в рамках пассажирских перевозок в настоящее время представляют также цифровые системы, ориентированные на оплату проезда без необходимости использования пассажирами специальных мобильных приложений. Примером такой системы является TapXphone, разработанная компанией IBA Group и позволяющая осуществлять оплату проезда бесконтактными банковскими платежными картами за счет использования смартфонов с NFC-модулем. В настоящее время на бесконтактную оплату с использованием отмеченной системы переведены автобусы на всех городских маршрутах г. Борисова; технология также используется в рамках городского электрического транспорта и метрополитена г. Минска.

Таким образом, на современном этапе цифровой трансформации автомобильных перевозок наибольшее распространение нашли меры, направленные на цифровизацию транспортной инфраструктуры и процесса взаимодействия автомобильных перевозчиков с органами государственного управления, а также цифровое развитие пассажирских городских перевозок. Данная направленность обусловлена спецификой функционирования автомобильного транспорта и преимущественным государственным контролем сферы обеспечения цифрового развития объектов инфраструктуры, а также области пассажирских перевозок (в границах общественного транспорта). Одновременно цифровое развитие частных и государственных компаний-перевозчиков производится путем внедрения корпоративных информационных систем, в виде:

- стандартизированных программных продуктов, предлагаемых отечественными и зарубежными производителями программного обеспечения;

– доработанных под нужды конкретного перевозчика программных продуктов из числа предлагаемых отечественными и зарубежными производителями программного обеспечения;

– уникальных программных продуктов, созданных под заказ производителями программного обеспечения или собственными силами компаний-перевозчиков.

Применение отмеченных вариантов в организациях определяется в большинстве своем их масштабами и объемом имеющихся в распоряжение денежных ресурсов. При этом ввиду существенного количества среди перевозчиков субъектов малого и среднего бизнеса, наиболее распространенным является использование стандартизированных программных продуктов, предлагаемых отечественными и зарубежными производителями программного обеспечения. Крупными автотранспортными предприятиями одновременно осуществляется доработка стандартизированных продуктов под собственные нужды, а также (крайне редко) разработка уникальных программных продуктов.

Для взаимодействия с клиентами автоперевозчиками используются стандартные средства информатизации в виде официальных сайтов и мобильных приложений, а также публичные цифровые платформы, предназначенные для размещения заказов и предложений на перевозку – например, transinfo.by, perevoz.by, а также платформы Uber и Яндекс, имеющие мобильные приложения как для поиска, вызова и оплаты такси, так и для заказа услуг по грузоперевозке.

Дополнительно автотранспортными предприятиями страны используются системы слежения и диспетчеризации транспортных средств, основанные на применении датчиков спутниковой навигационной системы GPS/ГЛОНАСС и увязанные с общими корпоративными системами. Для передачи радиочастотного сигнала используются технические и информационные возможности Международной спутниковой системы мобильной связи Inmarsat-C либо Европейской спутниковой системы мобильной связи Euteltracs, навигационной системы GPS/ГЛОНАСС, низкоорбитальной системы GLOBALSTAR либо среднеорбитальной системы ICO Global. В Республике Беларусь на данный момент существует достаточное количество организаций, оказывающих услуги слежения и мониторинга транспорта: УП «БелТрансСпутник», ОАО «СКБ Камертон», ООО «Тестмастер», СП «Технотон», ООО «АНТЕЛИС Электронике», ЧТУП «Руптела» и др.

Выявленная в рамках анализа **специфика цифровой трансформации автомобильного транспорта**, обусловлена, в первую очередь, разделением организаций – собственников транспортной инфраструктуры в виде государственных учреждений и объединений, и компаний – ключевых автоперевозчиков, зачастую представленных частными организациями. В результате отмеченного в целом наблюдается фрагментарное использование цифровых технологий в области автомобильных перевозок.

Цифровая трансформация железнодорожного транспорта.

Цифровая трансформация железнодорожного транспорта страны фактически осуществляется в рамках функционирования ГО «Белорусская железная дорога». В данном контексте стоит отметить более широкие масштабы цифровизации по сравнению с автомобильным транспортом, связанные с необходимостью одновременного включения цифровых технологий в систему организации перевозок, железнодорожную инфраструктуру и работу железнодорожных составов. С учетом отмеченного, цифровая трансформация ГО «Белорусская железная дорога» имеет плановый характер и производится в целом в рамках Стратегии поэтапного развития информационно управляющих систем Белорусской железной дороги и Плана развития информационных технологий в отраслевых хозяйствах Белорусской железной дороги.

Цифровая трансформация железнодорожного транспорта страны началась более 20 лет назад. Еще в 2003 г. была разработана информационная автоматизированная система поддержки управленческих решений для грузовых перевозок (ИАС ПУР ГП). Основным предназначением системы стало обеспечение специалистов и руководителей дороги оперативной и достоверной информацией о производимых и выполненных грузовых перевозках, состоянии и дислокации вагонного и локомотивного парков. В 2004 г. была введена в эксплуатацию система «Экспресс-3», в 2007 г. – начато внедрение системы электронного документооборота на базе программы «Канцлер». В 2008 г. была впервые применена система SAP, которая позволила автоматизировать обработку перевозочных документов по грузовым перевозкам, а также была создана Единая корпоративная интеграционная система управления финансами и ресурсами (ЕК ИСУФР) на базе процессоров нового класса.

В 2011 г. в работу организации внедрена система продажи проездных документов (СППД), позволяющая физическим лицам приобретать проездные документы по банковским пластиковым карточкам через сеть Интернет. В 2013 г. разработана и внедрена АС «Окна» – автоматизированная система, предназначенная для проверки и согласования заявок структурных подразделений на предоставление «окна» в виде электронного документа.

В дальнейшем, начиная с 2014 г., в ГО «Белорусская железная дорога» началась повсеместная информатизация и последующая цифровизация, затрагивающие как систему управления, так и процессы перевозки грузов и пассажиров. При этом на первом этапе цифровой трансформации в период 2014–2017 гг. были осуществлены работы, позволившие:

- автоматизировать деятельность и внедрить единые подходы к процессам контроля и обработки информации, а также организации коллективной работы по автоматизированной обработке перевозочных документов в отделениях ГО «Белорусская железная дорога»;
- обеспечить взаимосвязь внедренных информационных систем по подготовке и обработке перевозочных документов для последующего развития безбумажной технологии перевозок;
- оптимизировать процесс работы с перевозочными документами от момента их создания на станции до включения в централизованную дорожную корпоративную систему, исключив дублирующие функции и операции.

В рамках второго этапа цифровой трансформации, реализуемого по настоящее время, выполняются работы, направленные на дальнейшую сквозную автоматизированную поддержку работы с перевозочными документами в части выполнения финансовых операций, предъявления платежей клиентам по перевозкам и дополнительным услугам, развитию безбумажной технологии с целью централизации организации учета перевозочного процесса в части договорных и финансовых отношений и построения системы управления взаимоотношениями с клиентами. Особое внимание также уделяется обеспечению скоординированной работы всех подразделений организации через создание управляющих воздействий, влияющих, к примеру, на контроль денежной обеспеченности перевозок, уровень дебиторской задолженности, исполнение договорных обязательств, управленческий баланс поступлений и др.

В результате отмеченного в настоящее время сформировалась целая система цифровых инструментов, функционирующих параллельно и обеспечивающих передачу цифровых данных между собой. Так, в рамках организации железнодорожных перевозок в качестве цифровой базы используется Единая корпоративная интегрированная система управления финансами и ресурсами, построенная на базе продуктов компании SAP SE (платформы для управления бизнес-процессами). ЕК ИСУФР представляет собой систему класса ERP второго уровня, которая позволяет оперативно получать информацию и решать текущие вопросы по всем организациям ГО «Белорусская железная дорога» за счет функционирования ряда взаимосвязанных подсистем: типовой подсистемы бухгалтерского учета (ТБУ), подсистемы технического обслуживания и ремонта (ТОРО), подсистемы управления материально-техническим обеспечением (УМТС), подсистемы учета труда и расчета заработной платы (УТЗП), подсистемы управления персоналом (ПУП), подсистемы учета и контроля доходов и доходных поступлений и др. Кроме того, ЕК ИСУФР осуществляет сбор и обработку сведений по формам государственной статистической отчетности по труду и заработной плате, экспорту услуг, объемам инвестиций в основной капитал, объемам производства продукции по видам экономической деятельности.

В рамках управления и организации перевозок используется также ряд иных прикладных программ и информационных систем (например, пакет прикладных программ «Канцлер», автоматизированная система интегрированной обработки маршрутов машинистов), а также автоматизированных рабочих мест (например, «Электронный респондент» и «Электронный блокнот руководителя»). В рамках каждого из подразделений сформирована система цифровых продуктов, обеспечивающих наиболее эффективную работу.

Управление пассажирскими перевозками осуществляется на базе системы «Экспресс-3», включающей совокупность административных и технологических средств. Данные средства позволяют в режиме реального времени обслуживать пассажиров и управлять пассажирскими перевозками. При организации пассажирских перевозок одновременно задействуются: автоматизированная система контроля безопасности движения (АС КБД), автоматизированная система формирования актуального расписания движения поездов (АС РДП), автоматизированная система управления эксплуатацией и

ремонтom парка пассажирских вагонов (АС УПВ) и автоматизированная система контроля пассажирских вагонов (АС КПВ). Автоматизированная система контроля безопасности движения (АС КБД) представляет собой технологию автоматизированного учета нарушений безопасности движения в поездной и маневровой работе, отказов технических средств и иных происшествий. Автоматизированная система формирования актуального расписания движения поездов (АС РДП) предназначена для получения данных о графике движения поездов. Автоматизированная система управления эксплуатацией и ремонтom парка пассажирских вагонов (АС УПВ) имеет несколько функциональных составляющих: 1) ведение учета парка пассажирских вагонов приписки Белорусской железной дороги; 2) формирование и представление аналитических, учетных и отчетных данных по наличию, использованию и ремонтам пассажирских вагонов. Автоматизированная система контроля пассажирских вагонов (АС КПВ) регулирует их подачу и формирует электронные разрешения на прицепку вагонов пришедших из ремонта / в ремонт, служебно-технических вагонов и др.

Кроме отмеченных систем, при организации пассажирских перевозок используется программное обеспечение Кассовой компьютерной системы (ПО ККС), предназначенное для: централизованного сбора информации о кассовых операциях по продаже проездных документов, централизованного учета и ведения архива проездных билетов и формирования аналитической информации для анализа пассажиропотоков. Реализация проездных документов осуществляется с использованием стационарных билетопечатающих машин «PS БПМ» на базе компьютерной техники и портативных билетопечатающих машин «PS ПБПМ» на базе смартфонов, а также в рамках официального сайта и мобильного приложения организации.

Использование цифровых инструментов в рамках доставки грузов железнодорожным транспортом также имеет свои особенности. Основу организации перевозочной деятельности составляет информационная аналитическая система поддержки управленческих решений по грузовым перевозкам (ИАС ПУР ГП). Внедрение корпоративной ИАС ПУР ГП позволило автоматизировать такие направления деятельности, как управление грузовыми перевозками, создание точных докладов о работе станций и отделений, учет ремонта вагонов, сдача вагонов в аренду, планирование грузовой погрузки и т. д.

В дополнение к данной системе обеспечение качественного перевозного процесса грузов осуществляется за счет использования следующих продуктов:

- АС ССП – автоматизированная система сменно-суточного планирования погрузки и выгрузки дороги и ее подразделений;
- АС УС – автоматизированная система управления станцией;
- АРМ ДСЦ – автоматизированное рабочее место маневрового диспетчера;
- АС УСО ГДП – автоматизированная система увязки состава образования с графиком движения поездов;
- АС КО ПВ – автоматизированная система коммерческого осмотра поездов и вагонов;
- УКНБ – универсальный коммуникационно-навигационный блок;
- ГАЦ – горочная автоматизированная централизация;
- ПО САПОД – система автоматизации подготовки и оформления документов станционной и коммерческой отчетности;
- АС СПВ – автоматизированная система станции передачи вагонов;
- АС БУГ-2 – система идентификации подвижного состава по межотделенческим и межгосударственным стыковым пунктам и др.

Для практической реализации электронного оформления и сопровождения перевозок грузов с использованием ЭЦП с 2015 г. в рамках организации действует Автоматизированная система «Электронная перевозка» (АС «Электронная перевозка»). Система направлена на автоматизацию операций по планированию, оформлению перевозочных и иных документов, создаваемых грузоотправителями и грузополучателями во взаимодействии с автоматизированными системами ГО «Белорусская железная дорога» по web-технологии или при взаимодействии автоматизированных систем по принципу «АСУ клиента – АСУ ГО «Белорусская железная дорога».

Важным направлением цифровой трансформации деятельности организации является также создание автоматизированной системы управления железнодорожной инфраструктурой, основанной на данных отраслевых систем и систем автоматизированной диагностики. Для удовлетворения растущей потребности в работе с пространственными данными в работу организации была внедрена АС «Паспорт объектов железнодорожной инфраструктуры», представившая

собой центральное хранилище и инструмент для работы с пространственными данными. В рамках обеспечения эффективной работы отдела пути, электроснабжения, сигнализации и связи используются: АС «Окна», предназначенная для проверки и согласования заявок структурных подразделений на предоставление «окна» в виде электронного документа; АС АТЛАС, содержащая данные о технических характеристиках пути и установленных скоростях движения, и используемая для планирования и контроля текущего содержания пути и перспективных работ; АС КПС, обеспечивающая контроль работы устройств КТСМ по отделению и позволяющая анализировать количество пропущенных поездов, их техническое состояние; многопользовательская дорожная система (МДС), используемая для получения информации по работе технических средств и безопасности движения и др.

Работу основных дорожных информационных моделей и наполняющих их приложений ГО «Белорусская железная дорога» при этом обеспечивает центральный вычислительный комплекс (ЦВК) на базе высокопроизводительных отказоустойчивых серверов – мейнфреймах IBM eServer zSeries. Региональные центры обработки данных (РВК) обеспечивают работу служебных и технологических приложений, находящихся в зоне обслуживания подразделений ИТ. Деятельность данных региональных центров построена на базе высокопроизводительной, отказоустойчивой информационной инфраструктуры с одновременным использованием средств виртуализации.

В целом в настоящее время в рамках **цифровой трансформации ГО «Белорусская железная дорога»** наблюдается применение широкого перечня взаимосвязанных цифровых инструментов, объединенных общими информационными центрами. Разработка данных инструментов производилась РУП «Главный расчетный информационный центр» на базе новейших программных решений. При этом стоит отметить, что деятельность железнодорожного транспорта характеризуется наиболее высоким уровнем цифрового развития по сравнению с иными видами.

Цифровая трансформация воздушного транспорта.

Внедрение цифровых технологий в деятельность воздушного транспорта также производится в условиях ограниченного количества игроков рынка и имеет обширный характер. С учетом этого, рас-

смотрим практику цифровой трансформации организаций воздушного транспорта, к которым относятся РУП «Национальная авиакомпания «Белавиа» и РУП «Национальный аэропорт Минск». При этом важно отметить, что целенаправленная деятельность по внедрению первоначально информационных, а затем и цифровых технологий в данных компаниях осуществляется довольно давно.

В рамках деятельности РУП «Национальная авиакомпания «Белавиа» еще в 2005 г. была успешно внедрена в эксплуатацию автоматизированная система использования электронных билетов при оформлении авиационных перевозок – SABRE ACSI. В ходе реализации проекта по внедрению новой технологии на всех рейсах авиакомпании «Белавиа» было проведено соответствующее обучение персонала всех представительств авиакомпании, а также проведена работа по выстраиванию электронного взаимодействия с партнерами по интерлайн-соглашениям. В дальнейшем в сентябре 2009 г. был осуществлен запуск обновленного сайта авиакомпании, который позволил пассажирам:

- производить Интернет-бронирование в режиме онлайн;
- осуществлять покупку авиабилетов в режиме онлайн с помощью банковских карт;
- отслеживать время прилета/вылета самолетов в рамках электронного расписания, функционирующего на основе системы Fleet Watch (система наблюдения за движением воздушных судов);
- выбирать приемлемый маршрут путешествия через интерактивную карту.

В последующем при повышении спроса на услуги в онлайн формате РУП «Национальная авиакомпания «Белавиа» столкнулась с необходимостью перестройки внутренних процессов, в рамках чего в 2013–2014 гг. все публичные сервисы организации (в т. ч. система бронирования билетов и внутренней летной работы, web-портал с личными кабинетами пользователей системы и базы данных) были перемещены за пределы существующей цифровой инфраструктуры в «облако» ActiveCloud by Softline. Для обеспечения повышенного уровня информационной безопасности был использован VPN-туннель (IPSec + PSK) и MySQL Server 2012. Кроме того, были обновлены необходимые лицензии программного обеспечения, предоставлен терминальный доступ на базе RDP-клиентов и настроена система резервного копирования информации. Внедрение в работу облачных

технологий позволило РУП «Национальная авиакомпания «Белавиа» обеспечить бесперебойную работу большинства технологических процессов по планированию работы экипажей воздушных судов и службы бортпроводников, а также оптимизировать ряд трудозатратных бизнес-процессов, однако процесс цифровизации компании продолжался.

В 2017 г. авиакомпания «Белавиа» внедрила сервис Blinger.io, который позволил производить сбор обращений от пассажиров из различных источников: мессенджеров, чатов и электронной почты, и обеспечил их систематизацию в базе данных службы поддержки. В рамках сервиса обеспечена агрегирование сообщений со следующих мессенджеров: Telegram, VK, Facebook, WhatsApp, Kik, Viber, Skype, Twitter, а также LiveChat. В 2019 г. в работу РУП «Национальная авиакомпания «Белавиа» была внедрена платформа для управления мобильными устройствами и доставки приложений для пилотов авиакомпании – VMware Workspace ONE. В результате внедрения системы обеспечено повсеместное использование электронных полетных планшетов (Electronic Flight Bag – EFB), произведена автоматизация части процессов и установлена политика обеспечения информационной безопасности при работе с электронными полетными планшетами. Дополнительно установлена система контроля на устройствах EFB, позволяющая обеспечивать информационную безопасность, ограничивая доступ к отдельным функциям и программному обеспечению устройств, использование которых нежелательно или нецелесообразно при выполнении полетов. В 2021 г. был разработан и запущен базовый вариант мобильного приложения авиакомпании, разработанный компанией EPAM.

В целом **цифровая трансформация РУП «Национальная авиакомпания «Белавиа»**, в первую очередь, была акцентирована на повышение уровня электронного взаимодействия с клиентами и последующее обеспечение работоспособности предлагаемых цифровых систем. При этом в рамках своей деятельности компания в основном использовала сторонние автоматизированные системы (на первом этапе цифровизации) и уникальные разработки специализированных ИТ-организаций, выполненные под конкретные нужды (в последние 10 лет).

Цифровая трансформация Национального аэропорта «Минск», также, как и РУП «Национальная авиакомпания «Белавиа», началась довольно давно. В 2007 г. с целью обеспечения накопления сведений

о пассажирах, проходящих регистрацию на рейс в пунктах досмотра аэропорта, в работу организации была внедрена автоматизированная информационно-поисковая система авиационной безопасности (АИП САБ). В июне 2008 г. дополнительно было начато использование системы общего доступа SITA CUTE, что позволило аэропорту выйти на уровень международных стандартов в обслуживании клиентов. Данная система и в настоящее время обеспечивает единую программно-аппаратную платформу для параллельной работы различных систем управления отправлениями (регистрации пассажиров) в аэропорту, поддерживает и управляет процессами как стандартной, так и самостоятельной регистрации пассажиров.

В последующие годы в рамках цифрового развития Национального аэропорта «Минск» дополнительно начали использоваться следующие системы, разработанные ключевыми производителями программного обеспечения:

- система комплексного обслуживания рейсов в аэропорту («Кобра»). АС «Кобра» обеспечивает персоналу аэропорта поддержку в области ключевых производственных процессов, связанных с согласованием слотов и построением расписания полетов, планированием основных производственных ресурсов и персонала аэропорта, управлением суточным планом полетов, контролем технологических графиков обслуживания ВС, формированием актов и счетов за обслуживание, учетом объемов предоставленных услуг и доходов от обслуживания ВС, визуальным и звуковым информированием пассажиров, регистрацией пассажиров и багажа с использованием интегрированного и всестороннего подхода, основывающегося на современных информационных технологиях. Центральная база данных системы, снабженная соответствующими сервисами и программными интерфейсами, обеспечивает полную управленческую информацию для принятия оптимальных решений, позволяет организовать эффективное взаимодействие с партнерами по бизнесу и клиентами, обеспечивает возможность адаптации бизнеса к быстро меняющейся среде, повышает эффективность управления предприятием и его конкурентоспособность;

- автоматизированная система обработки багажа «VanDerLande». Система обработки багажа предусматривает 5 уровней досмотра багажа на авиационную безопасность, систему обеспе-

чения таможенного и радиационного контроля. Данная система использует высоконадежные устройства для сортировки багажа Helixorter, которые осуществляют разделение багажа согласно рейсам авиакомпаний. Для надежного контроля за процессом предусмотрено 50 видеочкамер и более 1000 датчиков. Процесс автоматического сканирования багажных бирок значительно повышает безопасность и надежность, предотвращая попадание в систему неправильно маркированного багажа;

– система визуального информирования авиапассажиров «Визинформ». Автоматизированная система «Визинформ» относится к классу FIDS-систем (Flight Information Display System) и предназначена для визуального информирования пассажиров и других заинтересованных лиц в аэропорту о выполнении плана полетов и событиях, связанных с технологическими процессами регистрации пассажиров и багажа, посадки в самолет, выдачи багажа, прилетами и вылетами самолетов, задержками рейсов и их причинами.

В 2019 г. в дополнение к представленным системам было начато использование автоматизированной информационной системы персональных данных пассажиров (АИС ПДП), разработанной силами Службы информационных технологий Национального аэропорта «Минск». Данная система представляет собой организационно-техническую систему, включающую совокупность предоставляемых перевозчиками персональных данных пассажиров и иной информации о перевозке, а также сведений, передаваемых компетентными государственными органами Республики Беларусь. Базы данных АИС ПДП формируются на основе информации, предоставляемой перевозчиками, о персональных данных пассажиров воздушных судов и иной информации о перевозке пассажиров, за исключением пассажиров воздушных судов, выполняющих литерные полеты, а также предоставляемых органами пограничной службы сведений о пассажирах, которым будет отказано во въезде в Республику Беларусь. Информирование перевозчиков осуществляется с учетом обеспечения их авторизации и разграничения доступа к информации, предназначенной для конкретного перевозчика.

В совокупности использование всех отмеченных цифровых инструментов позволило значительно ускорить бизнес-процессы организации и повысить степень безопасности оказываемых услуг. При этом **цифровизация основных бизнес-процессов и процедур в**

рамках Национального аэропорта «Минск» в значительной степени осуществлялась с использованием собственных программных продуктов, и продуктов, разработанных ключевыми производителями программного обеспечения.

Представленный анализ цифровой трансформации различных видов транспорта позволяет обосновать следующие **национальные особенности**:

1. Более высокий уровень внедрения цифровых технологий в работу железнодорожного и воздушного транспорта по сравнению с автомобильным транспортом, обусловленный имеющейся спецификой функционирования соответствующих субъектов хозяйствования.

Рынок железнодорожных перевозок, а также авиаперевозок страны в настоящее время сильно монополизирован, что приводит к возникновению ситуации, в рамках которой цифровая трансформация соответствующего вида транспорта фактически производится в границах одного или нескольких рыночных игроков. В данном случае процесс внедрения цифровых технологий становится более сложным и масштабным, однако, одновременно появляется возможность параллельной и взаимоувязанной цифровизации управленческой деятельности, подвижных составов и инфраструктуры.

Рынок автомобильных перевозок, напротив, отличается высоким уровнем конкуренции и весьма значительным количеством игроков, в результате чего возникают сложности с обеспечением повсеместной цифровизации. Одновременно дорожная инфраструктура фактически находится в собственности государства и ответственность за ее цифровую трансформацию возлагается на органы государственного управления. В результате всего отмеченного происходит развитие цифровой дорожной инфраструктуры в отрыве от цифровизации рыночных субъектов, а цифровая трансформация в целом носит для автомобильного транспорта фрагментарный характер.

2. Наличие различных подходов к проведению цифровой трансформации и выбору варианта разработки программных цифровых инструментов. Отмеченная выше специфика напрямую повлияла и на подходы к проведению цифровой трансформации в области принятия решения о варианте происхождения соответствующих цифровых технологий.

Существенный масштаб и специфика цифровой трансформации железнодорожного транспорта обусловили преимущественную разработку необходимых программных продуктов собственными силами ГО «Белорусская железная дорога» (силами входящего в организационную структуру специализированного подразделения). Значительные объемы трансформации процессов в рамках цифровизации воздушного транспорта привели к применению двух вариантов: собственной разработки программных продуктов и одновременному установлению тесного взаимодействия с крупнейшими отечественными производителями программного обеспечения. Специфика автомобильного транспорта одновременно обусловила более частое использование в рамках компаний-перевозчиков готовых или доработанных программных продуктов, реализуемых на рынке, а также в крайне редких случаях (в рамках цифровой трансформации объектов инфраструктуры и крупных автомобильных перевозчиков) уникальных программных продуктов, созданных под заказ производителями программного обеспечения или собственными силами компаний.

3. Программный характер цифровой трансформации железнодорожного и воздушного транспорта, а также дорожной инфраструктуры при одновременном свободном варианте внедрения цифровых технологий в работу отечественных автомобильных перевозчиков. В настоящее время реализации мер цифровой трансформации железнодорожного и воздушного транспорта производится в рамках государственных программ и локальных проектов цифрового развития. Внедрение цифровых технологий в границах автомобильного транспорта одновременно регламентировано лишь в части обеспечения электронного взаимодействия с органами государственного управления, цифровизации объектов инфраструктуры, а также цифрового развития пассажирских перевозок.

В завершении стоит подчеркнуть, что кроме отмеченной практики использования цифровых технологий транспортными организациями в рамках цифровой трансформации транспортной отрасли страны осуществляется разработка отдельных систем иными учреждениями (в т. ч. образовательными и научными). Например, в рамках Белорусского государственного университета транспорта была разработана система диагностики и мониторинга состояния транспортной инфраструктуры на основе спутниковых технологий, а также создан электронный ресурс (биржа) внутриреспубликанских

перевозок грузов на основе интернет-технологий с заключением договоров об организации перевозок грузов между заказчиком и перевозчиком в электронной форме с помощью средств Интернет-ресурса. Национальной академией наук Беларуси завершена разработка программно-аппаратного комплекса для организации и выполнения испытаний RFID-меток и RFID-оборудования национального компонента системы маркировки. Работы проведены в рамках создания и внедрения национального компонента информационной системы маркировки товаров в соответствии с Соглашением государств – членов Евразийского экономического союза.

В целом стоит отметить довольно широкое внедрение цифровых инструментов в работу всех видов отечественного транспорта.

3.3. Результаты цифровой трансформации национальной транспортной отрасли

Исследованная практика цифровой трансформации отдельных видов транспорта позволяет выдвинуть гипотезу о существенном уровне внедрения цифровых технологий в деятельность транспортной отрасли Республики Беларусь. Для ее подтверждения важно проанализировать ключевые показатели информационного взаимодействия и цифрового развития.

Первоначально было проведено **исследование показателей подключенности** и установление уровня использования отечественными транспортными организациями традиционных информационных инструментов. В настоящее время Национальным статистическим комитетом Республики Беларусь раз в два года публикуются данные об использовании информационных и коммуникационных технологий в отечественных организациях в разрезе видов экономической деятельности. Соответствующие данные по виду деятельности «Транспортная деятельность и складирование» приведены в рамках рис. 3.6.

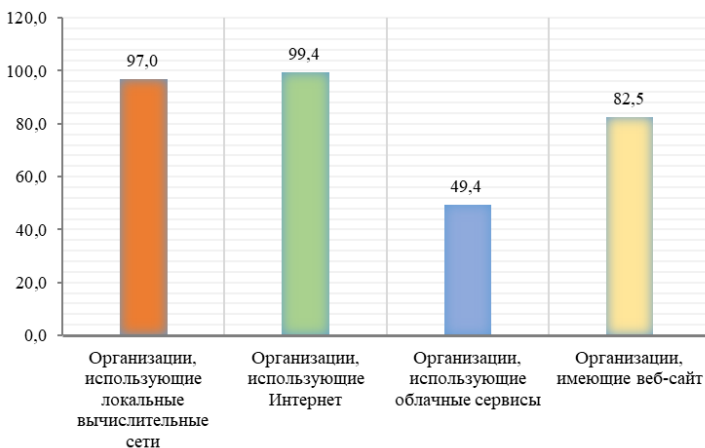


Рис. 3.6. Использование информационных технологий в транспортных организациях страны в 2022 г., %

Источник: разработка авторов по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь [26].

Как видно из представленных данных, по состоянию на конец 2022 г. *удельный вес транспортных организаций, использующих локальные вычислительные сети*, в совокупности транспортных организаций страны составил 97,0 %. *Удельный вес организаций, использующих Интернет*, в совокупности всех транспортных организаций составил 99,4 %. *Доля транспортных компаний, имеющих веб-сайт*, установилась на более низком уровне – 82,5 % в 2022 г. Наименьшим уровнем распространения характеризовались облачные сервисы, которыми в настоящее время пользуются 49,4 % всех транспортных организаций страны.

В сравнении с иными отраслями позиция транспортных организаций в области использования информационных технологий выглядит довольно высокой. Одновременно более высокое использование локальных вычислительных сетей и Интернета, установлено для организаций, осуществляющих финансовую и страховую деятельность, операции с недвижимым имуществом, деятельность в области творчества, спорта, развлечения и отдыха, а также организаций горнодобывающей промышленности. Для данных компаний установлено 100%-ное использование отмеченных информационных технологий.

Одновременно более широкое использование облачных сервисов отмечается в рамках следующих видов экономической деятельности: горнодобывающая промышленность, снабжение электроэнергией, газом и паром, услуги по временному проживанию и питанию, финансовая и страховая деятельность, операции с недвижимым имуществом, профессиональная, научная и техническая деятельность, образование и здравоохранение.

По показателю удельного веса организаций, имеющих веб-сайт, значение, превышающее установленный для транспортных компаний уровень, свойственно еще более широкому перечню видов деятельности. Данный перечень включает: горнодобывающую промышленность, обрабатывающую промышленность, водоснабжение и деятельность по обращению с отходами, финансовую и страховую деятельность, операции с недвижимым имуществом, профессиональную, научную и техническую деятельность, образование, здравоохранение, а также деятельность в области творчества, спорта, развлечения и отдыха. При этом, однако, стоит отметить, что существенный объем предложений транспортных компаний размещается в рамках специализированных Интернет-ресурсов и цифровых платформ, что объясняет меньшую популярность собственных веб-сайтов среди транспортных организаций страны.

Наибольшей популярностью данный инструмент информирования и продвижения транспортных услуг пользуется среди организаций г. Минска, а также Брестской и Минской областей. Наглядно распределение транспортных организаций, имеющих веб-сайт, в географическом разрезе представлено на рис. 3.7.

В целом в рамках транспортных организаций Республики Беларусь, имеющих веб-сайт, 40,7 % приходится на г. Минск. На Брестскую область одновременно приходится 14,3 %, на Минскую область – 16,4 %. Наименьшим уровнем использования данного инструмента информирования и продвижения транспортных услуг характеризуются транспортные организации Могилевской и Витебской области, составляющие всего 6,4 % от общей численности отечественных транспортных организаций, имеющих собственный веб-сайт.

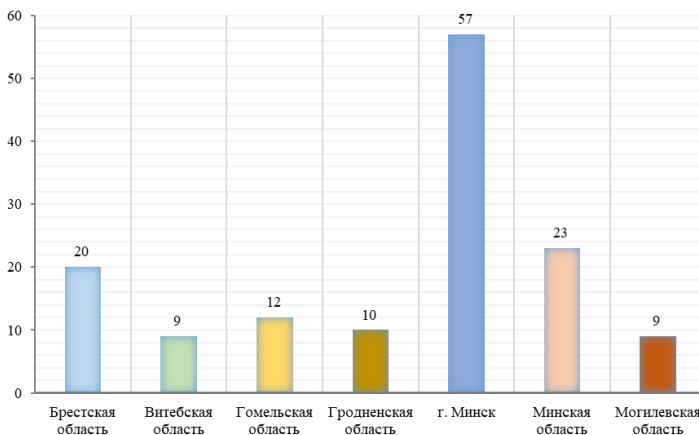


Рис. 3.7. Распределение транспортных организаций, имеющих веб-сайт, по областям и г. Минску в 2022 г., ед.

Источник: разработка авторов по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь [26].

В рамках оценки уровня информатизации отрасли дополнительно был оценен *удельный вес транспортных организаций по максимальной скорости передачи данных через сеть Интернет* в общем числе данных организаций, имевших доступ к сети Интернет. При этом установлено, что преобладающее значение для транспортных компаний имеет скорость передачи данных от 30,1 Мбит/с до 100 Мбит/с, которая установлена для 49,1 % организаций; а наименьший удельный вес занимают транспортные организации с максимальной скоростью передачи данных через сеть Интернет до 1,9 Мбит/с – 4,2 %. Для иных интервалов определены значения, отраженные на рис. 3.8.

Сопоставление представленных данных с общереспубликанским уровнем, позволяет установить высокую позицию отрасли: если в рамках страны в среднем удельный вес организаций с максимальной скоростью передачи данных через сеть Интернет выше 30,1 Мбит/с составляет 54,5 %, то для компаний транспортной отрасли данное значение составляет 71,3 %.

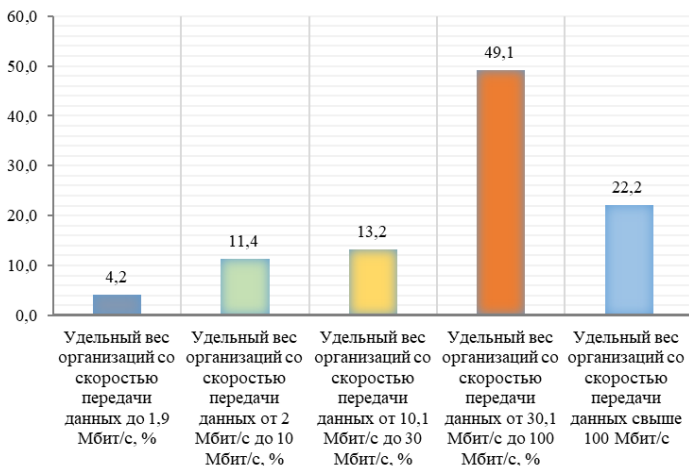


Рис. 3.8. Распределение транспортных организаций по максимальной скорости передачи данных через сеть Интернет в 2022 г., %

Источник: разработка авторов по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь [26].

Установление для отечественных транспортных компаний максимальной скорости передачи данных через сеть Интернет на довольно высоком уровне позволяет им осуществлять эффективное обслуживание клиентов и обеспечивать своевременное реагирование на изменение условий выполнения заказа на перевозку пассажиров или грузов.

Таким образом, совокупная оценка показателей подключенности и наличия доступа транспортных компаний Республики Беларусь к сети Интернет позволяет установить довольно высокую информатизацию данной отрасли. Современные отечественные компании, оказывающие услуги по перевозке пассажиров и грузов, проявляют существенную активность в вопросе использования локальных вычислительных сетей, электронной почты и Интернета. Одновременно установление уровня использования отечественными транспортными компаниями традиционных информационных технологий не позволяет определить степень их цифровизации и обуславливает необходимость проведения дальнейшего более глубокого анализа.

Кроме анализа уровня использования информационных технологий, для формулировки объективных выводов о развитии транспортных организаций Республики Беларусь была осуществлена **оценка**

их цифрового развития. Первоначально был оценен уровень использования отечественными транспортными организациями различных видов цифровых технологий (рис. 3.9).

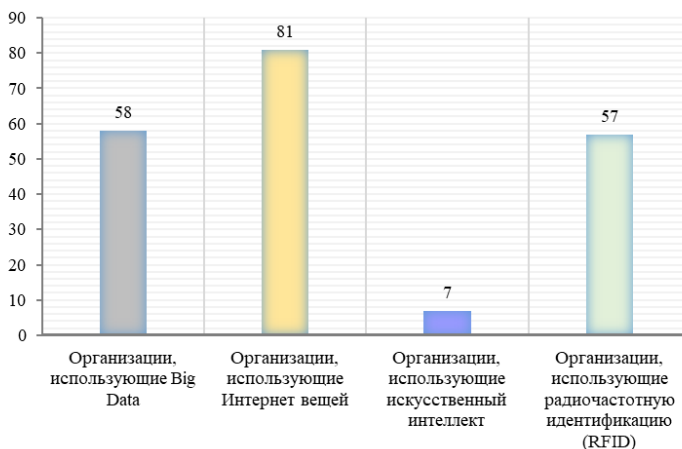


Рис. 3.9. Количество транспортных организаций, использующих различные виды цифровых технологий в 2022 г., ед.

Источник: разработка авторов по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь [26].

Итак, в настоящее время отмечается слабое использование цифрового инструментария отечественными транспортными организациями. Интернет вещей применяется в рамках работы 81 организации, большие данные – 58 организаций, радиочастотная идентификация – 57 организаций и искусственный интеллект – 7 организаций. Для сопоставления стоит произвести сравнение величины данных показателей с уровнем показателей, сложившихся в рамках ключевых стран ЕАЭС (России и Казахстана) и схожих по размеру экономик европейских стран – Австрии, Бельгии, Чехии, Дании, Венгрии, Литвы, Нидерландов, Польши, Словакии, что было осуществлено в табл. 3.1.

Таблица 3.1 – Доля транспортных организаций Беларуси, использующих отдельные виды цифровых технологий, в сопоставлении с показателями отдельных стран ЕАЭС и ЕС

Страна	Доля предприятий, использующих				
	технологии RFID, %	облачные вычисления, %	Big Data, %	Интернет вещей, %	технологии искусственного интеллекта, %
Беларусь	0,5	49,4	0,5	0,8	0,1
Россия	1,6	2,5	0,9	1,2	0,5
Казахстан	0,5	5,6	1,0	–	–
Австрия	18,3	33,9	4,8	58,9	7,0
Бельгия	26,3	17,2	27,8	30,3	5,7
Чехия	7,1	41,3	14,8	36,5	3,3
Дания	7,0	56,8	21,8	26,9	21,3
Венгрия	10,3	21,6	12,4	27,9	3,3
Литва	10,1	30,8	13,4	35,9	3,8
Нидерланды	29,9	58,1	29,7	21,9	11,5
Польша	8,9	23,8	11,6	35,7	1,8
Словакия	13,3	26,8	5,6	32,5	6,2

Источник: разработка авторов по данным EuroStat [101], OECD [117], ITU [123] и Национального статистического комитета Республики Беларусь [26].

Как наглядно видно, определение удельного веса организаций, использующих цифровые инструменты, в общем количестве функционирующих транспортных компаний, привело к получению весьма низких результатов, не сравнимых ни с одной европейской страной. Одновременно, однако, установлено превышение по отдельным показателям в сравнении со странами ЕАЭС.

Так, доля отечественных предприятий, использующих технологии RFID, составила 0,5 %, в то время как в рамках рассматриваемых стран ЕС наименьшая величина данного показателя установлена на уровне 7,0 % в Дании. Сравнимый уровень показателя установлен лишь для Казахстана (0,5 %), при том, что для транспортных компаний России данный показатель составил 1,6 %.

Доля отечественных предприятий, использующих большие данные, также равнялась 0,5 % при минимальном уровне для европейских стран в 4,8 % и установленном уровне для России и Казахстана в 0,9 % и 1,0 % соответственно.

Несколько более высоким значением характеризовался показатель «Доля предприятий, использующих Интернет вещей», установленный для транспортной отрасли страны на уровне 0,8 %. При этом

оценка данного показателя для схожих по размеру экономик европейских стран привела к получению значений в размере от 21,9 % до 58,9 %, что однозначно свидетельствует о более слабой позиции Республики Беларусь. Одновременно более высокий уровень использования Интернета вещей установлен и для российских транспортных организаций, что говорит о более слабой позиции страны по отношению к иным странам ЕАЭС в данном аспекте.

Наименьшее значение по транспортному комплексу страны установлено для показателя «Доля предприятий, использующих технологии искусственного интеллекта» – всего 0,1 % при среднем значении, установленном для схожих европейских стран с малой открытой экономикой в пределах от 1,8 % (для Польши) до 21,3 % (для Дании) и значении для России на уровне 0,5 %.

Высокие результаты были установлены лишь для облачных технологий, использование которых в стране наблюдается у 49,4 % транспортных организаций, что превышает уровень их применения в транспортных отраслях практически всех сравниваемых стран как в рамках ЕС, так и в рамках ЕАЭС. Исключение составили лишь Дания и Нидерланды, в рамках которых использование отмеченной технологии наблюдается у 56,8 % и 58,1 % транспортных компаний соответственно.

Кроме оценки степени использования отдельных цифровых инструментов в рамках установления уровня цифрового развития был проведен анализ показателей цифрового взаимодействия. Первым из таких показателей выступил *показатель доли предприятий, использующих ERP* – рис. 3.10. Для получения объективных данных все показатели также представлялись в рамках их сравнения с уровнем показателей, сложившихся в ключевых странах ЕАЭС (России и Казахстане) и схожих по размеру экономик европейских странах (Австрии, Бельгии, Чехии, Дании, Венгрии, Литвы, Нидерландов, Польши, Словакии).

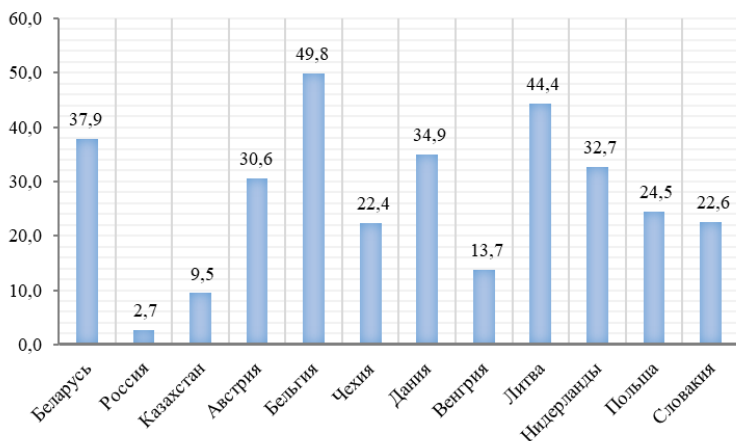


Рис. 3.10. Доля транспортных предприятий, использующих ERP в 2021 г., в сравнении с показателями отдельных стран ЕАЭС и ЕС, %

Источник: разработка авторов по данным EuroStat [101], OECD [117], ИТУ [123] и Национального статистического комитета Республики Беларусь [26].

Как наглядно видно, в настоящее время в Беларуси доля транспортных предприятий, использующих ERP, составляет 37,9 %. Данный уровень по сравнению с отдельными странами ЕАЭС и схожими по размеру экономиками европейских стран является довольно высоким: его превышает лишь Бельгия (49,8 %) и Литва (44,4 %). Наиболее близкое к отмеченному значению наблюдается у Дании – 34,9 %, наименьшее значение в рамках анализируемой выборки сложилось у Казахстана.

Установленные статистические данные в целом позволяют говорить о том, что каждое третье транспортное предприятие Беларуси использует в своей деятельности программное обеспечение, ориентированное на интеграцию производства и операций, управление трудовыми ресурсами, финансовый менеджмент и управление активами, и предоставляющее возможность цифрового взаимодействия сотрудников между собой и иными организациями.

Следующим возможным к рассмотрению показателем является *доля транспортных предприятий, взаимодействующих с клиентами через Интернет*, – рис. 3.11. Данный показатель относится к оценочной категории, определяющей уровень цифрового взаимодействия организаций транспортной отрасли.

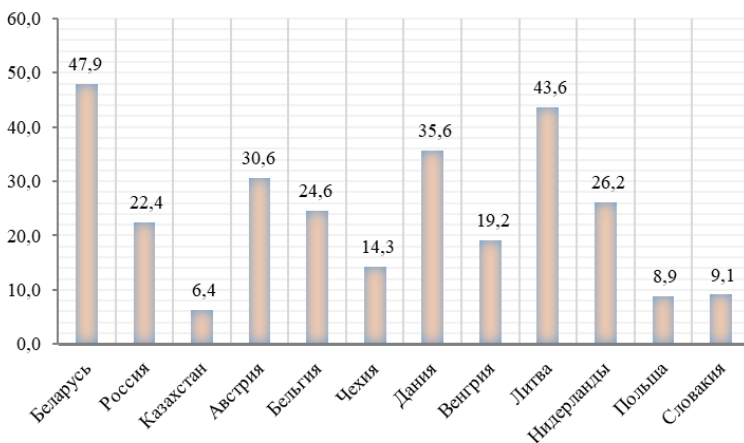


Рис. 3.11. Доля транспортных предприятий, взаимодействующих с клиентами через Интернет в 2021 г., в сравнении с показателями отдельных стран ЕАЭС и ЕС, %
 Источник: разработка авторов по данным EuroStat [101], OECD [117], ITU [123] и Национального статистического комитета Республики Беларусь [26].

По состоянию на 2021 г. установлено, что 47,9 % транспортных предприятий Беларуси взаимодействует с клиентами через Интернет. Данное значение является наиболее высоким из всех рассматриваемых; ближайшее схожее значение установлено для Литвы – 43,6 %. Одновременно в рамках стран ЕАЭС наблюдается менее активное цифровое взаимодействие транспортных компаний с клиентами: для России данный показатель составил 22,4 %, а для Казахстана – всего 6,4 %.

Далее была оценена доля транспортных предприятий, взаимодействующих в Интернете с контрагентами – рис. 3.12. Анализ установленных значений показал результат, схожий с результатом предыдущего показателя и определил для транспортной отрасли Республики Беларусь наиболее высокое значение из рассматриваемых – 76,3 %. Данное значение превышает максимально возможное для рассматриваемой группы стран на 21,8 п.п. Наименьшее значение по представленному показателю установлено для Казахстана – 8,5 %, а среди стран ЕС – для Словакии – 18,1 %. Одновременно весьма высокие значения по рассматриваемому показателю установлены для Чехии (50,8 %), Дании (49,3 %) и Нидерландов (54,5 %).

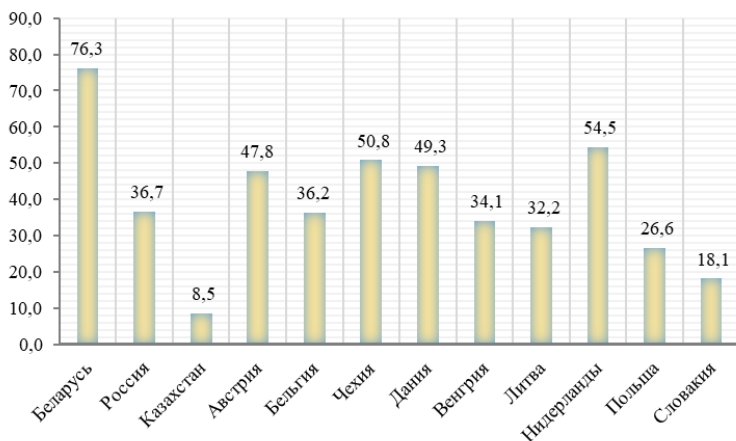


Рис. 3.12. Доля транспортных предприятий, взаимодействующих с контрагентами в Интернете в 2021 г., в сравнении с показателями отдельных стран ЕАЭС и ЕС, %
 Источник: разработка авторов по данным EuroStat [101], OECD [117], ITU [123] и Национального статистического комитета Республики Беларусь [26].

Отмеченное существенное превышение показателя доли ответственных транспортных предприятий, взаимодействующих в Интернете с контрагентами, над уровнем иных стран говорит о наличии существенного преимущества на рынке мировых транспортных услуг.

Следующим показателем стал *показатель доли транспортных предприятий, взаимодействующих с государственными органами через Интернет*, значение которого представлено на рис. 3.13. Анализ данного показателя также отражает высокое положение транспортных компаний страны, среди которых электронное взаимодействие с государственными органами, в т. ч. с использованием цифровых технологий, осуществляют около 97,0 %. Данный уровень показателя в целом сопоставим со значениями, установленными для ряда европейских стран. Так, существенным уровнем цифрового взаимодействия с государственными органами (более 90 %) отличаются также Австрия (94,6 %), Чехия (94,6 %), Дания (92,1 %), Нидерланды (91,9 %), Польша (90,2 %) и Словакия (91,9 %). Одновременно наиболее высокое значение рассматриваемого показателя в рамках оцениваемой выборки установлено для Литвы – 98,9 %.

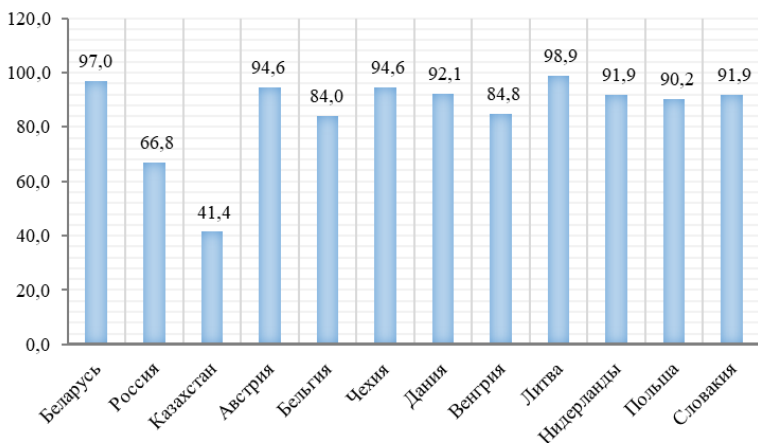


Рис. 3.13. Доля транспортных предприятий, взаимодействующих с государственными органами через Интернет в 2021 г., в сравнении с показателями отдельных стран ЕАЭС и ЕС, %

Источник: разработка авторов по данным EuroStat [101], OECD [117], ИТУ [123] и Национального статистического комитета Республики Беларусь [26].

Сопоставление полученных значений исследуемого показателя в рамках ключевых стран ЕАЭС одновременно однозначно отражает более высокую позицию отечественных транспортных компаний. При уровне для Беларуси более 90 %, доля транспортных предприятий, взаимодействующих с государственными органами через Интернет в России составила 66,8 %, а в Казахстане и вовсе 41,4 %.

Последним показателем, принятым к сравнению, стал *показатель доли транспортных предприятий, использующих Интернет для проведения встреч* – рис. 3.14.

Данный показатель значительно вырос во всех странах мира после распространения коронавирусной инфекции. В итоге по состоянию на 2021 г. в Беларуси данный показатель составил 34,3 %, что является средним уровнем. Наибольшей популярностью электронные встречи при этом пользуются в Дании (64,5 % в 2021 г.) и Нидерландах (46,1 % в 2021 г.). Наименьшей долей транспортных предприятий, использующих Интернет для проведения встреч, одновременно характеризуется транспортная отрасль Венгрии – всего 18,5 % в 2021 г.

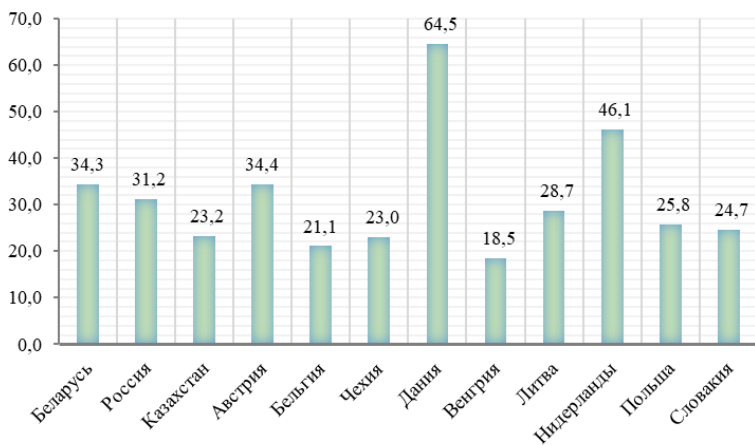


Рис. 3.14. Доля транспортных предприятий, использующих Интернет для проведения встреч в 2021 г., в сравнении с показателями отдельных стран ЕАЭС и ЕС, %

Источник: разработка авторов по данным EuroStat [101], OECD [117], ITU [123] и Национального статистического комитета Республики Беларусь [26].

В целом представленное сопоставление позволяет определить более слабое использование цифрового инструментария отечественными транспортными организациями в сравнении со схожими по размеру экономик европейскими странами – Австрией, Бельгией, Чехией, Данией, Венгрией, Литвой, Нидерландами, Польшей, Словакией. Одновременно стоит отметить более сильные позиции транспортной отрасли Беларуси в области цифрового взаимодействия и использования инструментария в рамках работы с клиентами, партнерами и государственными органами, а также лучшие позиции отечественных транспортных организаций в сравнении с компаниями России и Казахстана (как по использованию инструментов, так и по цифровому взаимодействию).

Отмеченные результаты оценки и сопоставления уровня цифровой трансформации транспортной отрасли Республики Беларусь в совокупности с наблюдаемыми макроэкономическими, социально-демографическими и технологическими трендами, дополнительно позволяют определить **систему внешних и внутренних факторов, ограничивающих цифровую трансформацию транспорта страны**, представленную в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Классификация ключевых факторов, сдерживающих цифровую трансформацию транспортной отрасли страны

Группа факторов	Характеристика факторов
1	2
Внешние факторы, сдерживающие и ограничивающие цифровую трансформацию	
Барьеры макро-среды	<ol style="list-style-type: none"> 1. Нормативные ограничения, отсутствие стандартов по применению цифровых технологий. 2. Отсутствие специальных мер государственной поддержки использования цифровых технологий на предприятиях. 3. Экономическая неопределенность в стране, волатильность белорусского рубля
Барьеры микро-среды	<ol style="list-style-type: none"> 1. Приверженность части поставщиков и потребителей привычным продуктам (сервисам) и традиционным моделям взаимодействия. 2. Несоответствие транспортной и иной инфраструктуры критериям, необходимым для эффективного осуществления цифровой трансформации
Технологические барьеры	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дефицит цифровых решений, учитывающих специфику работы транспортных предприятий. 2. Разрозненность множества локальных информационных сервисов, не интегрированных между собой. 3. Недостаточная защищенность имеющихся цифровых технологий от криминальных посягательств. 4. Недостаточный уровень развития цифровой инфраструктуры и процессов проектирования ИТС
Внутренние факторы, сдерживающие и ограничивающие цифровую трансформацию	
Финансовые барьеры	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая стоимость проектов цифровой трансформации транспорта. 2. Высокие затраты на эксплуатацию систем, использующих цифровые технологии
Организационные барьеры	<ol style="list-style-type: none"> 1. Необходимость интеграции технологий в существующий ИТ-ландшафт и текущую инфраструктуру предприятия. 2. Широкая и развитая организационная структура предприятий, обуславливающая сложность изменения внутренних процессов, регламентов, документооборота, подходов к получению и обработке информации
Человеческий фактор	<ol style="list-style-type: none"> 1. Недостаток перекрестных специалистов, имеющих знания и навыки как в цифровой сфере, так и сфере транспорта. 2. Недостаток осведомленности о преимуществах цифровых технологий, неверное понимание сути цифровой трансформации и его эффектов со стороны руководства предприятия и лиц, принимающих решения. 3. Недостаток квалификации у персонала, использующего цифровые технологии

Окончание таблицы 3.2

1	2
Психологические барьеры	1. Нежелание руководства транспортных организаций и их сотрудников менять привычные формы работы. 2. Наличие недоверия к новым цифровым технологиям с точки зрения сохранения и поддержания информационной безопасности и сохранение конфиденциальности

Источник: разработка авторов.

Влияние представленных негативных аспектов можно нивелировать активизацией и усилением воздействия факторов, способствующих цифровой трансформации транспортной отрасли и создающих условия для ускорения процессов цифровизации.

ГЛАВА 4. РАЗВИТИЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

4.1. Методика оценки уровня цифровой трансформации транспорта страны

Цифровая трансформация транспортной отрасли является многогранным процессом, осуществление которого важно производить с учетом имеющейся специфики. Для этого, иницилируемые на транспортных предприятиях страны процессы цифровой трансформации, в первую очередь, должны иметь под собой научно-обоснованный методологический базис. С учетом этого, исходя из преимуществ и недостатков имеющихся методологических подходов, а также исследованного зарубежного опыта, *оценку уровня цифровой трансформации транспортной отрасли Беларуси следует производить по четырем группам показателей:*

1. Показатели, характеризующие уровень использования традиционных инструментов цифровой трансформации:

- доля предприятий, использующих ERP, %;
- доля предприятий, использующих программные решения, такие как управление взаимоотношениями с клиентами (CRM), %.

2. Показатели, характеризующие уровень использования инновационных инструментов цифровой трансформации:

- доля предприятий, использующих технологии радиочастотной идентификации RFID, %;
- доля предприятий, использующих облачные вычисления, %;
- доля предприятий, использующих Big Data, %;
- доля предприятий, использующих промышленных или сервисных роботов, %;
- доля предприятий, использующих Интернет вещей, %;
- доля предприятий, использующих технологии искусственного интеллекта, %.

3. Показатели, характеризующие уровень цифрового взаимодействия организации с клиентами:

- доля предприятий, получающих заказы через Интернет, %;
- доля предприятий с интернет-продажами (через веб-сайты, приложения или торговые площадки), %;

– доля предприятий, отправляющих электронные счета, подходящие для автоматической обработки, %.

4. Показатели, характеризующие уровень цифрового взаимодействия организации с поставщиками и государственными органами:

– доля предприятий, размещающих заказы в Интернете (покупающих онлайн), %;

– доля предприятий, получающих электронные счета, пригодные для автоматизированной обработки, %;

– доля предприятий, использующих Интернет для взаимодействия с государственными органами, %;

– доля предприятий, использующих Интернет для проведения встреч, %.

В рамках методики дополнительно предусматривается объединение данных показателей *в два групповых оценочных показателя*:

– «Уровень использования цифровых инструментов», включающий показатели, характеризующие уровень использования транспортными организациями традиционных инструментов цифровой трансформации, и показатели, характеризующие уровень использования инновационных инструментов цифровой трансформации;

– «Уровень цифрового взаимодействия», включающий показатели, характеризующие уровень цифрового взаимодействия транспортных организаций с клиентами, а также показатели, характеризующие уровень цифрового взаимодействия с поставщиками и государственными органами.

В отличие от имеющихся в научной литературе подходов к оценке уровня цифровой трансформации, предложенный вариант акцентирует внимание не на факторах, влияющих на уровень цифровой трансформации, а на сложившихся результатах данного процесса, проявляющихся в практическом использовании программно-технического инструментария и обеспечении организации бизнес-процессов на их основе. В данном случае получаемая интегральная оценка отражает реально сложившийся уровень цифровизации транспортной отрасли взамен потенциально возможному значению, устанавливаемому в классических методиках (анализ факторов, влияющих на уровень цифровизации отражает исключительно потенциал цифрового развития, использование которого транспортными компаниями может производиться, а может и игнорироваться).

В рамках оценки отмеченной системы показателей при этом предусмотрено использование одновременно двух методов: графического и расчетного. При этом графический метод оценки цифровой трансформации предусматривает первоначальное графическое представление величины показателей, позволяющее установить слабые стороны данного процесса, а также последующее формирование матрицы уровня цифровой трансформации, условно определяющей транспортную отрасль страны в некоторую группу, отражающую конкретный уровень цифровой трансформации. Расчетный метод оценки уровня цифровой трансформации одновременно предполагает присвоение показателям весовых характеристик, определение уровня развития по групповым оценочным показателям и последующий расчет интегрального индекса, характеризующего уровень цифровой трансформации.

С учетом вышеизложенного, **систематизированная оценка уровня цифровой трансформации транспортной отрасли страны**, предусматривает использование методов, представленных на рис. 4.1.



Рис. 4.1. Методы оценки уровня цифровой трансформации транспортной отрасли
Источник: разработка авторов.

Важно подчеркнуть, что использование представленных методов следует производить не последовательно, а параллельно и последо-

вательно, с использованием результатов каждого предыдущего расчета или графического представления на последующем этапе. На первом этапе осуществляется графическое представление величины показателей, пример которого представлен на рис. 4.2.

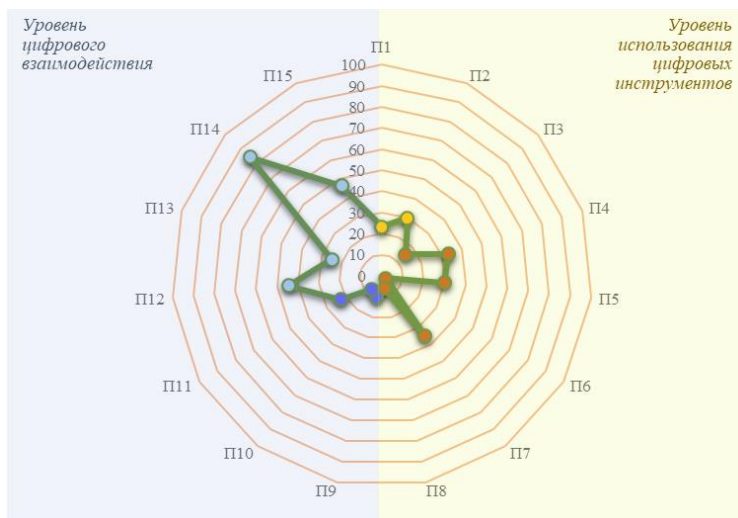


Рис. 4.2. Графическое представление величины показателей цифровой трансформации организаций транспорта:

П1 – процент предприятий, использующих ERP; *П2* – процент предприятий, использующих CRM; *П3* – процент предприятий, использующих RFID; *П4* – процент предприятий, использующих облачные вычисления; *П5* – процент предприятий, использующих Big Data; *П6* – процент предприятий, использующих роботов; *П7* – процент предприятий, использующих Интернет вещей; *П8* – процент предприятий, использующих технологии искусственного интеллекта; *П9* – процент предприятий, получающих заказы через Интернет; *П10* – процент предприятий с интернет-продажами (через веб-сайты, приложения или торговые площадки); *П11* – процент предприятий, отправляющих электронные счета; *П12* – процент предприятий, взаимодействующих с контрагентами в Интернете; *П13* – процент предприятий, получающих электронные счета; *П14* – процент предприятий, использующих Интернет для взаимодействия с государственными органами; *П15* – процент предприятий, использующих Интернет для проведения встреч
 Источник: разработка авторов.

При этом при построении соответствующей радиальной диаграммы должны соблюдаться следующие правила:

- область построения должна делиться радиальными оценочными шкалами на равные сектора, число которых устанавливается равным числу показателей;
- используемая шкала должна отражать улучшение показателей по мере удаления от центра круга;
- шкалы на радиальных прямых в рамках области построения должны градуироваться так, чтобы все значения показателей лежали внутри оценочного круга.

Область построения диаграммы для наглядности разделена на две подобласти, соответствующие выделенным групповым оценочным показателям. Оценка величины каждого показателя в рамках построенного графика позволяет однозначно определить те области, которые требуют незамедлительного совершенствования. Сопоставление имеющихся показателей использования цифровых инструментов и уровня цифрового взаимодействия (подобластей) одновременно предоставляет возможность оценить эффективность применения отдельных инструментов и установить природу цифрового взаимодействия, основанного на традиционных или инновационных цифровых инструментах или классическом использовании связи и подключения.

При этом графическое представление не предусматривает возможности получения точного значения уровня цифрового развития транспортной отрасли страны, потому на следующем этапе осуществляется использование расчетных методов и определяется **уровень каждого группового оценочного показателя**. Расчет осуществляется с использованием многокритериального метода SAW (Simple Additive Weighting) по формуле (4.1) как произведение уровня развития по каждому показателю и их весовых характеристик (степени значимости):

$$CP_{zj} = \sum_{z=1}^m \Pi_{ij} B_i, \quad (4.1)$$

где CP_{zj} – уровень развития транспортной отрасли j -той страны по z -тому групповому оценочному показателю;

m – количество показателей;

Π_{ij} – значение i -того показателя цифровой трансформации транспортной отрасли по j -той стране;

B_i – вес i -того показателя, определяемый в соответствии с данными табл. 4.1.

Таблица 4.1 – Весовые коэффициенты, установленные для используемых показателей цифрового развития

Показатель	Весовой коэффициент
Оценочный показатель «Уровень использования цифровых инструментов»	
Доля предприятий, использующих ERP, %	0,10
Доля предприятий, использующих программные решения, такие как управление взаимоотношениями с клиентами (CRM), %	0,10
Доля предприятий, использующих технологии радиочастотной идентификации RFID, %	0,15
Доля предприятий, использующих облачные вычисления, %	0,15
Доля предприятий, использующих Big Data, %	0,05
Доля предприятий, использующих промышленных или сервисных роботов, %	0,15
Доля предприятий, использующих Интернет вещей, %	0,15
Доля предприятий, использующих технологии искусственного интеллекта, %	0,15
Оценочный показатель «Уровень цифрового взаимодействия»	
Доля предприятий, получающих заказы через Интернет, %	0,15
Доля предприятий с интернет-продажами (через веб-сайты, приложения или торговые площадки), %	0,15
Доля предприятий, отправляющих электронные счета, подходящие для автоматической обработки, %	0,15
Доля предприятий, размещающих заказы в Интернете (покупающих онлайн), %	0,15
Доля предприятий, получающих электронные счета, пригодные для автоматизированной обработки, %	0,15
Доля предприятий, использующих Интернет для взаимодействия с государственными органами, %	0,15
Доля предприятий, использующих Интернет для проведения встреч, %	0,10

Источник: разработка авторов.

После определения уровня развития по каждому групповому оценочному показателю производится **расчет интегрального индекса**, характеризующего уровень цифровой трансформации страны. Инте-

гральный индекс рассчитывается также с использованием многокритериального метода SAW (Simple Additive Weighting) как произведение уровня развития по каждому групповому оценочному показателю и их весовых характеристик (степени значимости) по формуле (4.2):

$$I_j = \sum_{z=1}^2 CP_{zj} B_z, \quad (4.2)$$

где I_j – интегральный индекс цифровой трансформации транспортной отрасли страны;

2 – количество оценочных категорий;

CP_{zj} – уровень развития транспортной отрасли j -той страны по z -тому групповому оценочному показателю;

B_z – вес z -того группового оценочного показателя (для показателя «Уровень использования цифровых инструментов» $B_z = 0,7$; для показателя «Уровень цифрового взаимодействия» $B_z = 0,3$).

Весовые коэффициенты по оценочным показателям определялись с учетом уровня их влияния на степень цифровой трансформации транспортной отрасли страны. Так, использование цифровых инструментов напрямую свидетельствует о цифровом развитии транспорта, а, следовательно, существенно влияет на уровень цифровой трансформации (весовой коэффициент – 0,70). Организация цифрового взаимодействия одновременно может осуществляться с использованием широкополосного доступа, что фактически, говорит не о цифровизации, а об информатизации, потому весовой коэффициент для данного группового оценочного показателя установлен на уровне 0,30.

Оценка динамики интегрального индекса цифровой трансформации позволяет отслеживать положительные или отрицательные тенденции, а его сопоставление в страновом разрезе одновременно способствует установлению конкурентной позиции национальных транспортных компаний на мировом логистическом рынке. Исходя из отмеченного, для получения точных данных, описываемая методика дополнительно предполагает **построение матрицы результативности цифровой трансформации транспортной отрасли**

страны, схожей с распространенной в маркетинговой среде матрицей BCG (матрица Бостонской консультативной группы), в рамках которой для оценки конкурентоспособности отдельных видов бизнеса используются два критерия: темп роста отраслевого рынка и относительная доля рынка. При этом для оценки уровня цифровой трансформации национального транспорта в качестве таких критериев выступают выделенные ранее групповые оценочные показатели: уровень использования цифровых инструментов и уровень цифрового взаимодействия. Пример матрицы результативности цифровой трансформации транспортной отрасли страны представлен на рис. 4.3.

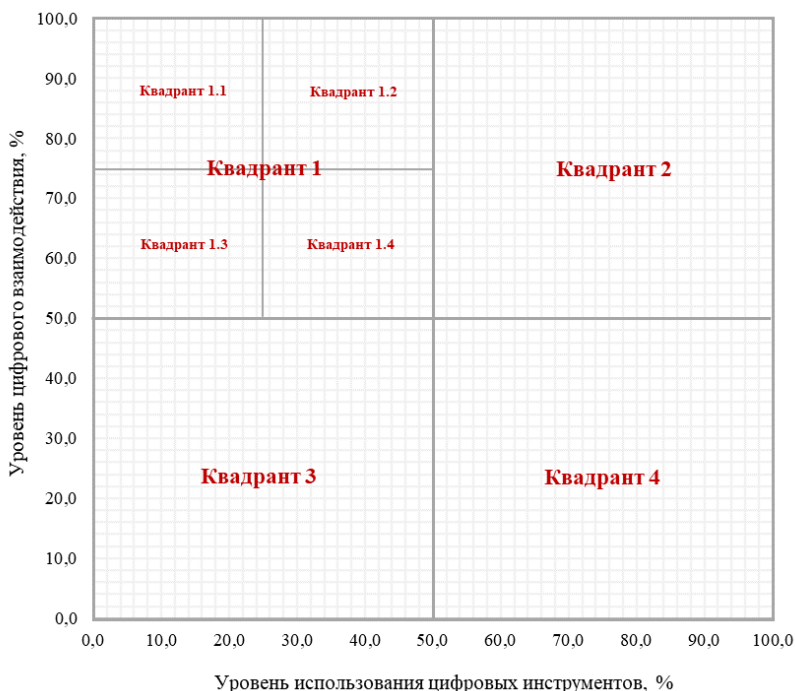


Рис. 4.3. Матрица результативности цифровой трансформации транспортной отрасли страны

Источник: разработка авторов.

Как наглядно видно, в рамках выстроенной матрицы транспортная отрасль страны может быть отнесена к одному из четырех квадрантов, характеризующих различные варианты цифрового развития:

- квадрант 1 отражает ситуацию, в рамках которой уровень использования цифровых инструментов в национальной транспортной отрасли характеризуется значением ниже среднего при одновременном уровне цифрового взаимодействия выше среднего;

- квадрант 2 отражает ситуацию, в рамках которой уровень использования цифровых инструментов в национальной транспортной отрасли характеризуется значением выше среднего при одновременном уровне цифрового взаимодействия выше среднего;

- квадрант 3 отражает ситуацию, в рамках которой уровень использования цифровых инструментов в национальной транспортной отрасли характеризуется значением ниже среднего при одновременном уровне цифрового взаимодействия ниже среднего;

- квадрант 4 отражает ситуацию, в рамках которой уровень использования цифровых инструментов в национальной транспортной отрасли характеризуется значением выше среднего при одновременном уровне цифрового взаимодействия ниже среднего.

Одновременно каждый из квадрантов предусматривает разделение на дополнительные сегменты (например, квадрант 1.1, квадрант 1.2, квадрант 1.3 и квадрант 1.4). В рамках данных сегментов предусматривается разграничение с учетом следующих особенностей.

Распределение транспортной отрасли страны в квадрант 1.1 свидетельствует о слабом использовании цифровых инструментов и организации цифрового взаимодействия с поставщиками, клиентами и государственными органами, в основном за счет применения средств информатизации – связи и широкополосного доступа к сети Интернет. Размещение в квадранте 1.2 устанавливает наиболее благоприятный вариант, в рамках которого цифровое взаимодействие с поставщиками, клиентами и государственными органами обеспечивается за счет существенного использования как традиционных, так и инновационных цифровых инструментов. Установление факта принадлежности транспортной отрасли к квадранту 1.3 отражает наиболее неблагоприятный сценарий, в рамках которого недостаточное использование транспортными организациями цифровых инструментов приводит к невозможности реализации имеющихся резервов рас-

ширения цифрового взаимодействия. И, наконец, попадание в квадрант 1.4 позволяет говорить о неэффективной организации системы управления цифровыми инструментами, не позволяющей обеспечить должный уровень цифрового взаимодействия отечественных транспортных организаций.

С учетом вышеизложенного, **алгоритм оценки уровня цифровой трансформации транспортной отрасли страны** можно представить следующим образом (рис. 4.4).

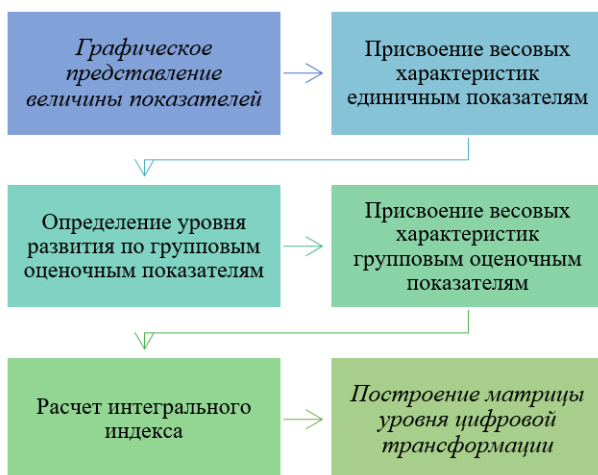


Рис. 4.4. Алгоритм оценки уровня цифровой трансформации транспортной отрасли
Источник: разработка авторов.

Использование представленного методического инструментария в рамках оценки уровня цифровой трансформации транспортной отрасли Республики Беларусь позволит отслеживать имеющуюся динамику, а также осуществлять сопоставление с иными странами и формулировать меры по развитию в зависимости от принадлежности к конкретному квадранту матрицы. При этом будет обеспечиваться объективность получаемой оценки за счет использования официальных статистических данных, а также применения подхода, оценивающего исключительно фактические результаты внедрения цифровых инструментов.

Для подтверждения отмеченных фактов в рамках данного исследования была проведена апробация предложенной методики на примере транспортной отрасли Республики Беларусь. Оценка осуществлялась на основе значений показателей, ранее установленных при определении уровня цифрового развития транспорта страны, а также с учетом ограничения, принятого в границах показателей, характеризующих эффективность цифровой трансформации, и не имеющих точной величины для Беларуси. В данном контексте для получения интегральной оценки в рамках отсутствующих показателей был использован минимальный реальный уровень – 0,1 %. В результате было получено графическое представление величины показателей цифровой трансформации организаций транспорта, представленное в прил. 5. С учетом установленной величины показателей в последующем были получены следующие результаты:

- уровень развития транспортной отрасли страны по групповому оценочному показателю «Уровень использования цифровых инструментов» составил 11,50;

- уровень развития транспортной отрасли страны по групповому оценочному показателю «Уровень цифрового взаимодействия» составил 37,89;

- интегральный индекс цифровой трансформации транспортной отрасли страны составил 19,41.

С целью сопоставления полученных результатов был также проведен аналогичный анализ для ключевых стран ЕАЭС (Российской Федерации и Республики Казахстан) и схожих по размеру экономик европейских стран (Австрии, Бельгии, Чехии, Дании, Венгрии, Литвы, Нидерландов, Польши и Словакии).

Расчет значений по каждому групповому оценочному показателю по странам ЕАЭС при этом производился в рамках данных, ранее представленных при сопоставлении уровня цифровой трансформации национальной транспортной отрасли. Одновременно было использовано ограничение, аналогичное применяемому для Республики Беларусь, и в рамках отсутствующих показателей был использован минимальный реальный уровень – 0,1 %. Полученные графические представления величины показателей цифровой трансформации организаций транспорта Российской Федерации и Республики Казахстан, представлены в прил. 6 и прил. 7 соответственно.

Оценка выделенных в рамках методики единичных показателей, произведенная с использованием графического и расчетного методов, позволила установить, что в настоящее время транспортная отрасль как Российской Федерации, так и Республики Казахстан характеризуется слабым использованием цифровых инструментов и невысоким уровнем цифрового взаимодействия, что в совокупности обуславливает установление уровня их цифровой трансформации ниже значения, определенного для Республики Беларусь. В целом уровень использования цифровых инструментов составил для Российской Федерации и Республики Казахстан 1,49 и 2,07 соответственно, уровень цифрового взаимодействия – 26,37 и 26,09 соответственно, в результате чего интегральный индекс цифровой трансформации транспортной отрасли по странам составил 8,96 и 9,27 соответственно.

В рамках схожих по размеру экономик европейских стран были проанализированы имеющиеся данные, произведено графическое представление величины показателей цифровой трансформации организаций транспорта и определены значения уровней развития по групповым оценочным показателям. Дополнительно построен график, отражающий распределение показателей цифровой трансформации организаций транспорта в целом по ЕС (прил. 8), и графики, иллюстрирующие распределение показателей цифровой трансформации организаций транспорта для стран с наибольшим и наименьшим уровнем интегрального показателя (прил. 9 и прил. 10 соответственно). Графическое представление исследуемых показателей позволило сформировать гипотезу о том, что на современном этапе использование цифровых инструментов в деятельности транспортных компаний стран ЕС все еще находится на невысоком уровне, при этом, однако, эффективно организовано цифровое взаимодействие с различными категориями партнеров.

В рамках дальнейшего анализа была сформирована **матрица результативности цифровой трансформации транспортной отрасли** Республики Беларусь, ключевых стран-партнеров в рамках ЕАЭС и отдельных стран ЕС на основе сопоставления значений по уровню использования цифровых инструментов и уровню цифрового взаимодействия. Используемые для построения значения групповых оценочных показателей отражены в прил. 11. Построенная

матрица отражена на рис. 4.5, наименования рядов матрицы представлены международным вариантом сокращений для названий стран.

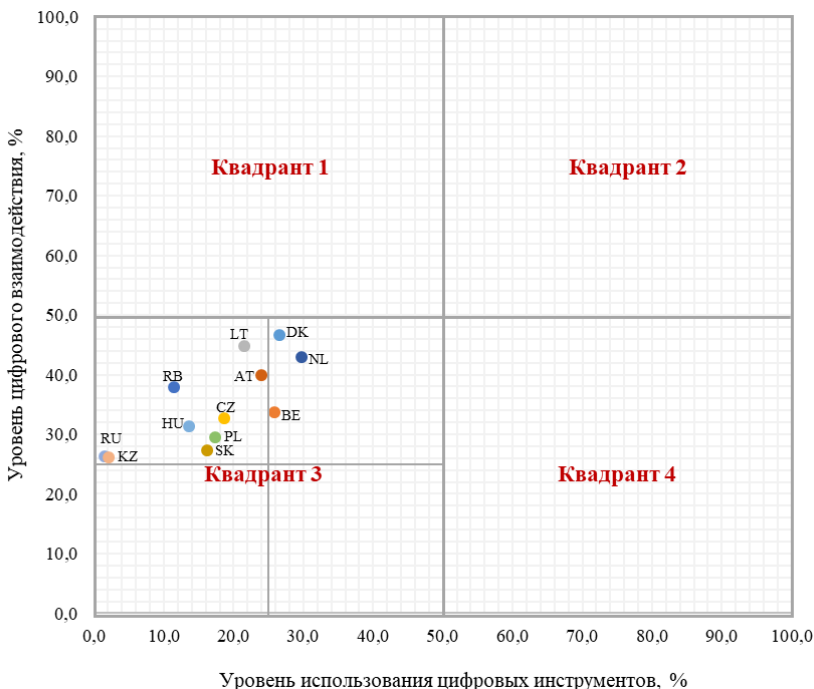


Рис. 4.5. Матрица результативности цифровой трансформации транспортной отрасли Республики Беларусь в сравнении с отдельными странами ЕАЭС и ЕС
 Источник: разработка авторов.

Как видно из рисунка, как Республика Беларусь, так и все рассматриваемые страны вошли в квадрант 3, отражающий ситуацию, при которой уровень использования цифровых инструментов в рамках транспортной отрасли характеризуется значением ниже среднего при одновременном уровне цифрового взаимодействия с клиентами, поставщиками и государственными органами также ниже среднего. При этом для формулировки более значимых выводов была осуществлена **детализация матрицы результативности цифровой трансформации транспортной отрасли Республики Беларусь в**

сравнении с отдельными странами ЕАЭС и ЕС в рамках квадранта 3, представленная на рис. 4.6.

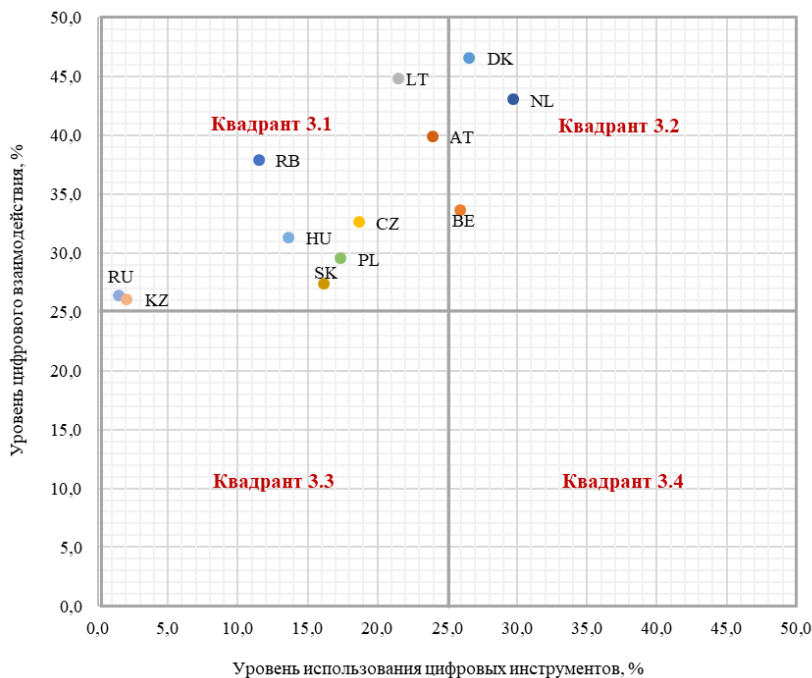


Рис. 4.6. Детализированная матрица результативности цифровой трансформации транспортной отрасли Республики Беларусь в сравнении с отдельными странами ЕАЭС и ЕС в рамках квадранта 3

Источник: разработка авторов.

Детализированная оценка цифровой трансформации транспортной отрасли Республики Беларусь показала ее размещение в квадранте 3.1, что говорит о слабом использовании отечественными организациями цифровых инструментов и одновременной организации цифрового взаимодействия с поставщиками, клиентами и государственными органами, в основном за счет применения широкополосного доступа к сети Интернет. Дополнительно был зафиксирован уровень использования цифровых инструментов в рамках транспортной от-

расли ниже среднего при одновременном уровне цифрового взаимодействия ниже среднего, что подтвердило выводы, ранее сформулированные при оценке уровня цифрового развития транспорта страны.

Оценка цифровой трансформации транспортной отрасли отдельных стран ЕАЭС и ЕС также показала попадание большинства из них в квадрант 3.1, свидетельствующий о слабом использовании цифровых инструментов. Одновременно такие европейские страны, как Бельгия, Дания и Нидерланды, вошли в квадрант 3.2, что свидетельствует о наступлении наиболее благоприятного варианта, в рамках которого цифровое взаимодействие с поставщиками, клиентами и государственными органами обеспечивается за счет существенного использования как традиционных, так и инновационных цифровых инструментов.

Среди всех стран ЕС (в соответствии с прил. 11) одновременно наблюдается схожая картина – транспортные отрасли большинства стран характеризуются слабым использованием организациями цифровых инструментов при одновременной организации цифрового взаимодействия или за счет применения широкополосного доступа к сети Интернет, или использования как традиционных, так и инновационных цифровых инструментов. Одновременно одна страна (Румыния), вошла в квадрант 3.3, который характеризует наиболее неблагоприятный сценарий и устанавливает недостаточно высокий уровень использования цифровых инструментов, обуславливающий невозможность реализации имеющихся резервов цифрового взаимодействия. В целом эффективность цифровой трансформации транспортной отрасли в странах ЕС установлена на уровне ниже среднего.

В результате применения предложенной методики, можно установить, что цифровое развитие транспортной отрасли страны характеризуется слабым использованием инновационных цифровых инструментов. Одновременно стоит отметить высокую позицию страны в рамках всех вариантов организуемого цифрового взаимодействия в сравнении с ключевыми странами-партнерами в рамках ЕАЭС и схожими по размеру экономик европейскими странами. Отмеченные результаты еще раз подтверждают необходимость реализации комплекса мер, стимулирующих цифровую трансформацию транспорта на национальном уровне и обеспечивающих построение цифровых бизнес-моделей национальных транспортных компаний.

4.2. Перестройка систем управления транспортными организациями страны в условиях цифровой трансформации

Цифровая трансформация, воздействуя на все сферы деятельности отечественных организаций, требует существенной корректировки как организационных, так и экономических инструментов управления. При этом первоначально встраивание цифровых инструментов в работу транспортных компаний страны предусматривает реализацию комплекса организационных мер, затрагивающих как внутреннюю составляющую, так и внешнюю. В рамках внутренней составляющей внедрение цифровых технологий предусматривает реализацию ранее рассмотренных организационных инструментов (включение в организационную структуру сотрудника или подразделения, ответственного за цифровое развитие) в совокупности с перестройкой системы управления, а также основных, вспомогательных (обеспечивающих) и управляющих бизнес-процессов. В то же время реализация организационных мер в контексте внешней составляющей предполагает выстраивание связей с клиентами, поставщиками и государственными органами.

В первую очередь, цифровая трансформация отечественных транспортных организаций предусматривает **перестройку их систем управления**, заключающуюся в смене информационного потока на поток цифровых данных, как поступающих из внешней среды, так и формируемых в рамках внутренней среды организации. Именно цифровая трансформация способствует оцифровке всей поступающей информации и получению необходимых сведений исключительно в цифровом виде. Кроме того, цифровизация деятельности транспортных организаций страны требует формирования цифровой инфраструктуры и включения процесса управления ею в состав ключевых бизнес-процессов. Одновременно современный этап развития, характеризующийся ранее представленными негативными тенденциями и существенным изменением условий функционирования транспортных компаний, предполагает необходимость учета возможности наступления существенных непрогнозируемых изменений условий внешней среды (схожих с преобразованиями, сопровождающими распространение коронавирусной инфекции). В данном контексте особую актуальность приобретает использование

инструментов управления изменениями, в т. ч. в границах учета потенциальных перемен, их мониторинга и проработки вариантов поведения при наступлении различных исходов.

Исходя из этого, управление отечественной транспортной организацией после формирования ее цифровой модели следует осуществлять следующим образом (рис. 4.7).



Рис. 4.7. Организация системы управления в рамках цифровых транспортных компаний

Источник: разработка авторов.

Таким образом, **менеджмент в отечественной цифровой транспортной организации** должен включать управление потоками продукции, финансов и цифровых данных, а также десятью ключевыми бизнес-процессами, среди которых: управление взаимоотношениями с клиентами, управление процессом обслуживания, управление

спросом, выполнение заказов, управление транспортными средствами, материально-техническое обеспечение, управление транспортной инфраструктурой, управление возвратными потоками, управление изменениями и управление цифровой инфраструктурой.

При этом управление взаимоотношениями с клиентами, управление процессом обслуживания, управление спросом, выполнение заказов и материально-техническое обеспечение в совокупности формируют процесс организации перевозок, т. е. предполагают обеспечение перевозочного процесса необходимыми ресурсами и потоками. Управление транспортными средствами и объектами транспортной инфраструктуры предусматривают обеспечение технической возможности совершения перевозок, а также организацию деятельности по постоянному повышению качественных характеристик перевозочного процесса. Управление изменениями одновременно предполагает реализацию функций по обеспечению гибкости и адаптивности компаний, в том числе через управление их многочисленными конфигурациями, выстраивание тесных взаимоотношений с партнерами и мониторинг непрерывности выстраиваемых потоков товаров, услуг и информации. Управление возвратными потоками затрагивает наиболее узкую управленческую область и регулирует возвратные материальный, цифровой и финансовый потоки. Управление цифровой инфраструктурой, играя особую роль в выстроенной системе управления, затрагивает вопросы построения и организации стабильного функционирования цифровой инфраструктуры, и фактически интегрируется во все выстроенные бизнес-процессы, напрямую воздействуя на их эффективность.

Осуществление управления в рамках соответствующих областей следует производить путем реализации ключевых управленческих функций: планирования, организации, регулирования (координации) и контроля. При этом реализация функции планирования предполагает определение плановых мер по цифровизации с одновременным установлением уровня затрат и ожидаемой величины эффекта. Реализация функции организации предусматривает формирование управленческих основ и обеспечение осуществления деятельности по внедрению цифровых инструментов в соответствии с установленным графиком и в плановых объемах. Осуществление функции регулирования (координации) предполагает корректировку управленче-

ской политики в области цифровой трансформации при несоответствии фактического уровня показателей цифровизации установленным плановым значениям. Реализация функции контроля предусматривает мониторинг фактического состояния процесса цифровой трансформации на каждом из этапов и сравнение установленных показателей с плановыми через проведение соответствующего анализа. Он одновременно предполагает оценку эффективности реализуемых мер и проектов, а также уровня цифровой трансформации в целом.

В совокупности **реализацию функций управления в рамках цифровой трансформации отечественных транспортных организаций** следует осуществлять согласно рис. 4.8.



Рис. 4.8. Реализация функций управления в рамках цифровой транспортной организации

Источник: разработка авторов.

Таким образом, цифровая трансформация отечественных транспортных компаний характеризуется включением в систему их управления ряда различных цифровых инструментов, обеспечивающих эффективную реализацию каждой из управленческих функций. Одновременно производится **коренная перестройка основных, обеспечивающих и управляющих бизнес-процессов.**

Основные бизнес-процессы генерируют доходы транспортной организации и включают процессы, ориентированные на оказание транспортных и логистических услуг, являющихся целевыми объектами создания предприятия. Отличительной особенностью основных процессов является то, что они прямым образом участвуют в реализации стратегических направлений функционирования организации. Данная группа процессов в соответствии с ранее представленной системой управления представлена следующими: управление взаимоотношениями с клиентами, управление процессом обслуживания, выполнение заказов, управление транспортными средствами и управление возвратными потоками. Именно данные бизнес-процессы формируют результирующие показатели функционирования организации.

Вспомогательные (обеспечивающие) процессы предназначены для жизнеобеспечения основных процессов и ориентированы на поддержку их специфических черт. В отличие от основных, обеспечивающие бизнес-процессы имеют другие цели и предназначение. Если основные бизнес-процессы приносят доход, удовлетворяя потребности клиентов в транспортных услугах, то вспомогательные процессы поддерживают инфраструктуру организации. Обеспечивающие бизнес-процессы классической отечественной транспортной организации в условиях цифровой трансформации включают: материально-техническое обеспечение, управление транспортной инфраструктурой и управление цифровой инфраструктурой.

Управленческие бизнес-процессы фактически не связаны напрямую с процессом перевозки пассажиров и грузов. Данная группа включает все процессы компании, связанные с управлением основными и вспомогательными бизнес-процессами, и позволяет обеспечивать устойчивое функционирование компании, ее конкурентоспособность и развитие. Ключевые управленческие бизнес-процессы отечественной транспортной организации представлены следующими: управление маркетингом (спросом), управление персоналом, управление финансами и управление изменениями. Отличительными особенностями управленческих процессов является их типовая структура.

Все основные, обеспечивающие и управляющие бизнес-процессы транспортной организации в условиях цифровой трансформации формируют *матричную модель*, представленную на рис. 4.9.

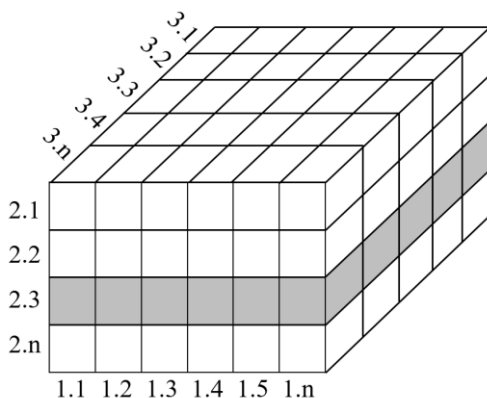


Рис. 4.9. Матричная модель бизнес-процессов цифровой транспортной организации:

основные бизнес-процессы: 1.1 – управление взаимоотношениями с клиентами; 1.2 – управление процессом обслуживания; 1.3 – выполнение заказов; 1.4 – управление транспортными средствами; 1.5 – управление возвратными потоками; 1.n – прочие основные процессы;

обеспечивающие бизнес-процессы: 2.1 – материально-техническое обеспечение; 2.2 – управление транспортной инфраструктурой; 2.3 – управление цифровой инфраструктурой; 2.n – прочие обеспечивающие процессы;

управленческие бизнес-процессы: 3.1 – управление маркетингом (спросом); 3.2 – управление персоналом; 3.3 – управление финансами; 3.4 – управление изменениями; 3.n – прочие управляющие процессы

Источник: разработка авторов.

Реализуемые в рамках матрицы бизнес-процессы транспортной компании в условиях ее цифровой трансформации расширяются процессами, отражающими основы включения цифровых инструментов и обеспечения их последующего эффективного функционирования. Бизнес-процесс 2.3 «Управление цифровой инфраструктурой» встраивается в матрицу, что определяет его прямое влияние на все основные бизнес-процессы, одновременное внедрение цифровых технологий в рамках которых фактически формирует новый пласт в системе обеспечения, обозначенный на рисунке серым цветом.

В целом перестройку основных, обеспечивающих и управляющих бизнес-процессов отечественных транспортных организаций в условиях цифровой трансформации следует осуществлять с учетом особенностей, приведенных в табл. 4.2.

Таблица 4.2 – Особенности цифровой трансформации бизнес-процессов транспортной организации

Типы процессов	Характерные процессы	Ключевые изменения в рамках цифровой трансформации
Основные процессы (процессы основной деятельности)	Управление взаимоотношениями с клиентами Управление процессом обслуживания Выполнение заказов Управление транспортными средствами Управление возвратными потоками	Перевод взаимодействия с клиентами в цифровой формат. Обеспечение взаимодействия сотрудников онлайн. Отслеживание выполнения заказов на перевозку в режиме реального времени. Отслеживание состояния транспортных средств и обеспечение своевременного ремонта
Вспомогательные процессы	Материально-техническое обеспечение Управление транспортной инфраструктурой Управление цифровой инфраструктурой	Мониторинг транспортной инфраструктуры в реальном времени, высокоточное обслуживание объектов инфраструктуры. Своевременное обеспечение необходимыми ресурсами. Обеспечение работоспособности цифровой инфраструктуры
Управленческие процессы (процессы управления организацией)	Управление маркетингом (спросом) Управление персоналом Управление финансами Управление изменениями	Привлечение клиентов с использованием цифровых маркетинговых инструментов. Цифровое управление финансовыми потоками. Обеспечение гибкости бизнес-процессов организации за счет применения цифровых инструментов анализа

Источник: разработка авторов.

Цифровая трансформация бизнес-процессов в границах отмеченных особенностей позволит обеспечивать планирование деятельности транспортных компаний страны в оперативном режиме и принимать управленческие решения, позитивно влияющие на полноту и качество оказания базовой услуги перевозки. Кроме того, в рамках отмеченной корректировки бизнес-процессов будет наблюдаться наиболее эффективное управление транспортными средствами и транспортной инфраструктурой.

В дополнение к перестройке внутренней составляющей в рамках цифровой трансформации отечественных транспортных организаций наблюдается существенное изменение их **внешних связей с клиентами, партнерами и государственными органами**. В первую очередь, на смену традиционным вариантам взаимодействия приходят цифровые, формируемые в рамках использования специализированных цифровых инструментов. В целом цифровые инструменты управления взаимоотношениями с клиентами, партнерами и государственными органами представлены:

- инструментами совместной работы;
- цифровыми публичными платформами;
- инструментами вовлечения;
- инструментами управления проектами.

При этом инструменты совместной работы включают электронную почту, общий доступ к файлам, мгновенные сообщения и видеоконференции, а также возможность взаимодействия в современных цифровых системах. Цифровые публичные платформы представлены как официальными веб-сайтами, мобильными приложениями и каналами социальных сетей, так и крупными электронными торговыми площадками и транспортными биржами. Кроме того, к публичным платформам относятся площадки государственных услуг и цифровые платформы органов государственного управления. Инструменты вовлечения одновременно представлены такими, как маркетинг по электронной почте, управление договорами и программное обеспечение для управления взаимоотношениями с клиентами. В качестве инструментов управления проектами выступают специализированное обеспечение для совместного выполнения задач и информационные системы отслеживания заказов.

Применение каждого из представленных инструментов снижает уровень личного взаимодействия отечественных транспортных организаций с контрагентами и значительно меняет комплекс средств, используемых на каждом из его этапов (в рамках поиска клиентов и партнеров, при выполнении заказов, при контроле заказов и т. д.). Одновременно корректируются требования, предъявляемые к контрагентам, в сторону первостепенного удовлетворения заявок, позволяющих обеспечивать цифровое взаимодействие, значительно экономящее временные, трудовые и финансовые ресурсы.

Обеспечение применения отмеченных инструментов при этом осуществляется путем формирования электронной документации. На сегодняшний день продукты, позволяющие организовать электронный документооборот, обеспечивают работу не только с корреспонденцией и организационно-распорядительными документами, но и с различными внутренними документами (договорами, нормативной, справочной и проектной документацией, документами по кадровой деятельности и др.). При этом использование нашли два ключевых варианта организации электронного документооборота в отечественных транспортных компаниях:

- использование систем электронного документооборота (СЭД) – компьютерных программ (программного обеспечения, информационных систем), которые позволяют организовать работу с электронными документами в полном жизненном цикле документа, а также обеспечивают взаимодействие между сотрудниками (передача документов, выдача заданий, отправка уведомлений и тому подобное);

- использование систем электронного обмена данными (EDI) – информационных систем (цифровых платформ), позволяющих автоматизировать создание, отправку, получение и обработку любых электронных документов и интегрировать их с действующими бизнес-приложениями. Основная задача EDI заключается в том, чтобы заменить обмен информацией и документами, осуществляемый на бумажных носителях, электронным документооборотом между компьютерными сетями.

Принципиальное отличие систем электронного обмена данными от систем электронного документооборота заключается в том, что EDI представляет собой межкорпоративную систему обмена электронными документами, фактически не затрагивающую внутренние бизнес-процессы организации; системы электронного документооборота одновременно обеспечивают цифровое документальное обеспечение как внешних, так и внутренних процессов. Особую группу также представляют специализированные системы обмена данными, организованные органами государственного управления, для взаимодействия с транспортными организациями страны в рамках вопросов налогообложения, оформления сопроводительных документов, а также прохождения таможенных процедур.

Обязательным условием эффективного использования транспортными организациями страны систем электронного документооборота и систем электронного обмена данными является получение электронной цифровой подписи (ЭЦП), представляющей собой последовательность символов, являющейся реквизитом электронного документа и предназначенной для подтверждения его целостности и подлинности. ЭЦП позволяет подтверждать личность носителя без его физического присутствия и осуществлять подписание всех цифровых актов, отчетов, накладных и пр.

В совокупности все отмеченное формирует специфику корректировки взаимодействия отечественных транспортных организаций с клиентами, партнерами и государственными органами в условиях цифровой трансформации (табл. 4.3).

Таблица 4.3 – Особенности взаимодействия отечественных транспортных организаций с клиентами, партнерами и государственными органами в условиях цифровой трансформации

Составляющая внешнего взаимодействия	Происходящие трансформационные процессы	Основа изменения
1	2	3
Обмен данными и документами	Минимизация бумажного обмена. Развитие электронного документооборота и электронного обмена данными с использованием ЭЦП	Большинство документов, сопровождающих процесс перевозки, создаются и передаются в электронном виде. Например, электронные билеты при перевозке пассажиров и электронные накладные при перевозке грузов
	Использование специализированных сервисов для передачи документов	Обмен электронной документацией происходит через корпоративные системы, государственные ресурсы, а также EDI-провайдеров
Поиск клиентов/ партнеров	Переход к предоставлению предложений в рамках специализированных платформ	Поиск новых клиентов осуществляется в большинстве своем через специализированные цифровые платформы (транспортные биржи, ЭТП и др.)
	Сокращение продвижения в рамках традиционных средств	Теряют актуальность традиционные инструменты продвижения, сокращается маркетинговый бюджет

Окончание таблицы 4.3

1	2	3
	Сокращение или исключение личных встреч	Большинство условий договора обсуждается в онлайн-формате и обеспечивается электронным обменом документами
Взаимодействие с клиентами и партнерами в рамках выполнения перевозки	Минимизация коммуникаций в рамках выполнения перевозки	Наряду с взаимодействием в онлайн-формате на этапе заключения договоров, сохраняется уровень цифрового взаимодействия в процессе выполнения заказов. Особое распространение находят цифровые способы оплаты
	Развитие цифровых вариантов оплаты	
	Получение электронных документов по факту выполнения перевозки	
	Развитие цифровых вариантов отслеживания	Одним из ключевых требований становится прозрачность процесса перевозки, а также обслуживаемость грузов на всем пути следования
Взаимодействие с государственными органами	Сокращение числа процедур, требующих личного обращения	Взаимодействие с государственными органами характеризуется переводом практически всех процедур в режим онлайн. Используются цифровые государственные платформы
	Развитие взаимодействия через государственные ресурсы и приложения	
Взаимодействие с партнерами в рамках организации функционирования компании	Перевод коммуникаций в онлайн-режим	Наличие возможности совершения ряда процедур в режиме онлайн сокращает количество звеньев в цепи поставок
	Сокращение количества связей	
	Формирование цифровой партнерской экосистемы	Развитие находят цифровые экосистемы – ряд транспортных и посреднических организаций, объединенных в единое целое

Источник: разработка авторов.

Таким образом, основу организационных мер, реализуемых в процессе цифровой трансформации и затрагивающих внешние связи отечественных транспортных организаций с клиентами, поставщиками и государственными органами, составляют действия по развитию цифрового взаимодействия в совокупности с обеспечением электронного обмена данными, сопровождающиеся сокращением численности личных встреч, а также процедур, требующих личного

участия. В дополнение развитие находят специализированные цифровые платформы и инновационные инструменты продвижения оказываемых услуг, а также цифровые партнерские экосистемы, объединяющие ряд транспортных и посреднических организаций в единое целое. Одновременно наблюдается сужение круга партнеров (сокращение количества звеньев в цепи поставок).

Совокупным результатом перестройки системы управления, корректировки основных, вспомогательных (обеспечивающих) и управляющих бизнес-процессов, а также выстраивания связей с клиентами, поставщиками и государственными органами в рамках цифрового формата выступает **построение в границах отечественных транспортных организаций цифровых систем управления**, реализующих традиционные и перспективные методы работы с информацией. Цифровая система управления (ЦСУ) представляет собой цифровую систему контроля или управления некоторым реальным объектом, называемым «объект управления». Она обеспечивает согласованное и скоординированное решение задач управления с учетом временной и уровневой иерархии за счет декомпозиции общей задачи управления по подзадачам, с одновременным распределением последних по иерархическим уровням. Эффективная цифровая система управления принимает во внимание различия между уровнями управления, сферами действия, а также внешними обстоятельствами и дает каждому руководящему работнику информацию только того типа и качества, которая ему необходима.

Проектирование цифровых систем управления является весьма сложной и ответственной деятельностью. В отличие от чисто информационных систем, при создании ЦСУ учитывается целый ряд особенностей, которые определяются тем, что ее работа связана с необходимостью обеспечения управления объектом в режиме реального времени. В данном контексте формирование ЦСУ на отечественном транспорте должно сопровождаться системным анализом объектов управления, постановкой и формированием комплекса задач управления как задач оптимизации по определенному критерию эффективности функционирования, использованием экономико-технологических и цифровых моделей объектов управления, обеспечивающих объединение частных задач управления. Т. е. создание и развития цифровых систем управления требует осуществления целого комплекса мероприятий, затрагивающих:

- создание цифровых моделей реальных объектов управления (цифровых двойников);
- реализацию мер по эффективному управлению цифровыми объектами;
- реализацию мер по обеспечению доступности и работоспособности ЦСУ.

Каждая из отмеченных областей имеет свою специфику и отличается набором принципов, определяющих основы реализации соответствующих мероприятий. Данная специфика формирует совокупные особенности развития цифровых систем управления в рамках цифровой трансформации отечественных транспортных организаций.

Так, *создание цифровых моделей реальных объектов управления* в контексте формирования цифровых систем управления отечественных транспортных организаций первоначально предполагает построение для каждого значимого физического объекта транспортной компании «виртуального двойника», представляющего собой структурированный набор информации о характеристиках и состоянии данного объекта и, как правило, данные о его географическом положении. Данная информация служит основой для последующего создания цифровых моделей инфраструктуры, транспортного парка и др. При формировании таких цифровых моделей одновременно производится обоснование механизма их поддержания в актуальном состоянии, при этом эффективным является использование следующих принципов:

- если объект обладает средствами измерения параметров и передачи информации, то закладывается актуализация в автоматическом либо автоматизированном режиме при помощи этих средств или технологии «Интернета вещей»;
- если объект не обладает средствами измерения параметров и передачи информации, то обеспечивается своевременность внесения изменений в цифровую модель со стороны обслуживающего персонала после фиксации изменения состояния физического объекта. В этом случае должно выполняться жесткое условие: если объект инфраструктуры участвует в обеспечении смежных технологических процессов, то процесс, связанный с изменением состояния физического объекта, не может быть завершен, пока соответствующим образом не изменена цифровая модель.

Еще одним важным аспектом создания цифровых моделей отечественных транспортных организаций выступает *перевод проектной, нормативной и эксплуатационной документации в цифровой, безбумажный формат*. Соответственно, поддержание этой документации в актуальном состоянии должно обеспечиваться параллельно с актуализацией цифровых моделей. Ее хранение должно обеспечиваться в централизованных информационных хранилищах (архивах) с обеспечением требований информационной безопасности и контролируемого доступа.

Реализация мер по обеспечению доступности и работоспособности ЦСУ одновременно предполагает их централизацию, а также обеспечение электронного взаимодействия с контрагентами и государственными органами и предоставление доступа к информационным системам, в т. ч. с использованием рассмотренных ранее инструментов (инструменты совместной работы, инструменты вовлечения, публичные платформы и инструменты управления проектами).

Централизация цифровых систем управления отечественных транспортных организаций является одним из этапов подготовки к управлению транспортной компанией как единым технологическим объектом (набором физических объектов, воплощенных в цифровых моделях). В рамках ее проведения важно соблюдения принципа, предусматривающего, что совокупная цифровая система является центральной, а ввод и постоянная актуализация информации осуществляется в местах ее зарождения. Реализация данного принципа наряду с созданием цифровых моделей позволит исключить значительное количество операций по обработке и повторному вводу в информационные системы всевозможных данных, а также по хранению технологической документации вне информационных систем (в бумажном виде). При этом фактически будут исключены такие управленческие процессы, как подготовка сводных справок, сверка экземпляров документации, запрос отчета по факсу, а также иные процессы, не представляющие ценности для функционирования цифровой транспортной организации.

Обеспечение электронного взаимодействия транспортных компаний страны с контрагентами и государственными органами одновременно предусматривает переход на электронные каналы с использованием ЭЦП. Необходимым также является создание надеж-

ного хранилища электронных документов, не требующего их перевода для хранения в бумажный вид. Реализация изложенных выше принципов взаимодействия цифровых систем управления организаций с цифровыми системами государственных органов и контрагентов требует предоставления персоналу возможности беспрепятственного доступа к ним. С целью сокращения временных затрат, а также для обеспечения поддержания в актуальном состоянии выстроенных цифровых моделей сотрудники отечественных транспортных организаций должны иметь возможность взаимодействовать с цифровыми системами непосредственно при осуществлении своей деятельности. Развитие цифровых систем управления в целом должно быть направлено на оптимизацию основных, обеспечивающих и управленческих бизнес-процессов.

При этом, поскольку цифровая трансформация организаций транспорта предполагает изменение и цифровизацию ключевых бизнес-процессов в границах трех фундаментальных составляющих перевозочного процесса: организации перевозок (в разрезе их видов), транспортных средств (подвижного состава) и инфраструктуры, то и развитие ЦСУ требует осуществления мер в рамках данных составляющих. **Базовые мероприятия, требуемые к реализации** в границах составляющих перевозочного процесса представлены в табл. 4.4. Дополнительно к ним важно предусмотреть последовательное создание и развитие системы управления информационной безопасностью в соответствии с имеющимися особенностями осуществления технологических процессов и одновременное развитие технической системы контроля и оперативной защиты выстроенных ЦСУ.

Таблица 4.4 – Базовые мероприятия, требуемые к реализации для развития ЦСУ в отечественных транспортных организациях

Составляющая процесса перевозки	Характеристика требуемых к реализации мероприятий
1	2
Организация грузовых перевозок	Развитие системы учета объемов доходных поступлений от грузовых перевозок. Развитие системы контроля денежной обеспеченности перевозок и дебиторской задолженности.

Окончание таблицы 4.4

1	2
	<p>Разработка единой системы по расчету платежей по грузовым перевозкам.</p> <p>Разработка единой системы управления работой с клиентами.</p> <p>Развитие технологии «безбумажной» перевозки</p>
Организация пассажирских перевозок	<p>Развитие сервисов по продаже проездных документов через Интернет и другие дистанционные каналы.</p> <p>Развитие мобильных приложений для пассажиров, унификация пользовательских интерфейсов.</p> <p>Развитие технологий агентских продаж проездных документов.</p> <p>Развитие систем информирования пассажиров на основе актуального графика движения транспорта.</p> <p>Развитие информационной системы контакт-центра</p>
Управление перевозками	<p>Развитие систем поддержки принятия решений.</p> <p>Развитие систем диспетчерского управления, планирования и анализа эксплуатационной работы.</p> <p>Применение геоинформационных и навигационных технологий.</p> <p>Развитие системы автоматизированного учета и расхода ТЭР, использование топливных датчиков и электросчетчиков</p>
Управление транспортными средствами (подвижным составом)	<p>Развитие подсистемы управления техническим обслуживанием и ремонтом транспортных средств (подвижного состава).</p> <p>Планирование ремонтных программ на основе анализа накопленных данных (техническое состояние транспортных средств, произведенные работы, выполненные ремонты).</p> <p>Развитие систем оперативной диагностики состояния транспортных средств</p>
Управления объектами транспортной инфраструктуры	<p>Создание цифровых моделей инфраструктуры.</p> <p>Развитие систем диагностики и мониторинга, основанных на сравнении нормативного состояния объектов (хранящегося в цифровых моделях) с фактическим.</p> <p>Организация сбора информации о состоянии объектов инфраструктуры с использованием интеллектуальных устройств в режиме реального времени и технологии «Интернета вещей»</p>

Источник: разработка авторов.

Реализация представленного в таблице комплекса базовых мероприятий по развитию цифровых систем управления в отечественных транспортных организациях при этом должна осуществляться с учетом требований соответствующих нормативно-правовых актов.

Построение деятельности цифровых транспортных организаций страны на основе использования ЦСУ позволит обеспечить повышение эффективности и конкурентоспособности через рост прибыльной составляющей и минимизацию затрат. Увеличение прибыли при этом будет обеспечено за счет повышения привлекательности и доступности предлагаемых транспортных услуг, и повышения производительности труда. Снижение расходов дополнительно будет обеспечено оптимизацией планирования и ростом качества принятия управленческих решений, исключением рутинных процессов, экономией материальных и трудовых ресурсов за счет повышения производительности труда, обеспечением безопасности движения, а также снижением рисков в области информационной безопасности.

При этом важно подчеркнуть, что получение отмеченных выше эффектов в рамках цифровой трансформации возможно лишь при одновременной **реализации комплекса экономических мер**, предусматривающих:

1. Изменение подходов к управлению финансовыми ресурсами и прибылью, основанное на использовании экономико-математических и имитационных моделей.

2. Развитие методов оценки эффективности и способов финансирования цифровых проектов.

Необходимость и особенности реализации отмеченных мер экономического характера состоят в следующем.

Как было отмечено ранее, современное состояние внешней среды отечественных транспортных организаций характеризуется высоким уровнем неустойчивости, что фактически делает невозможным получение прогнозных показателей развития без *использования экономико-математических и имитационных моделей*. Применение экономико-математических моделей в деятельности транспортных организаций позволяет отслеживать динамику различных экономических показателей, а имитационный алгоритм обеспечивает возможность по исходным данным, содержащим сведения о начальном состоянии управленческого процесса (входной информации), получить информацию о его будущем состоянии. Исходя из отмеченного, наряду с используемым в настоящее время транспортными компаниями вариантом планирования финансовых ресурсов и результатов деятельности, ориентированным на установление единого уровня деловой ак-

тивности, в условиях цифровой трансформации следует использовать методы моделирования, позволяющие получать достаточно точные результаты прогнозирования, учитывающие имеющуюся неопределенность в тарифах, объемах оказываемых услуг и себестоимости перевозок.

При этом использование представленного инструментария должно осуществляться в комплексе, позволяющем первоначально спрогнозировать динамику факторов, оказывающих наибольшее влияние на результирующие показатели, и в последующем осуществить прогноз самих данных показателей. Таким образом, в рамках *нового подхода к управлению финансовыми ресурсами и прибылью на первом этапе* в результате анализа финансово-хозяйственной деятельности транспортной организации должна производиться оценка изменения основных показателей ее деятельности в краткосрочной или среднесрочной перспективе, и, в первую очередь, прибыли, как основного результата деятельности, используемого для принятия различных управленческих решений. На втором этапе должны оцениваться результирующие показатели с применением имитационных моделей, позволяющих создавать множество сценариев, которые согласуются с заданными ограничениями на исходные переменные.

Конечной целью использования моделирования выступает создание модели, описывающей рациональную схему распределения финансовых ресурсов и обеспечивающей стабильное функционирование транспортной организации в условиях цифровой трансформации. В качестве входных параметров модели выступают характеристики перевозочного процесса и значения денежных потоков: выручка, себестоимость и ее составляющие, налоговые платежи, кредиторская и дебиторская задолженности, прибыль. При этом кроме собственно денежных потоков в модели планируются стоимостные потоки образования и погашения дебиторской и кредиторской задолженности, что необходимо для обеспечения желаемого уровня платежеспособности. Выходные параметры представлены показателями рентабельности, ликвидности, платежеспособности и финансовой устойчивости транспортной организации.

Таким образом, цифровая трансформация отечественных организаций транспорта помимо изменения организационных основ предполагает включение цифровых инструментов в область управления

финансами, что существенно меняет подход к прогнозированию результирующих показателей. Основной особенностью применяемого нового подхода выступает планирование денежных потоков в некоторых интервалах, отражающих различные варианты развития внешней среды и соответствующие разные величины тарифов, объемов оказываемых услуг и себестоимости перевозок. Использование такого подхода в условиях цифровой трансформации позволит обеспечить гибкость деятельности транспортных компаний.

Наряду с изменением подходов к управлению финансовыми ресурсами и прибылью, специфика цифровой трансформации организаций транспорта требует *пересмотра подходов к оценке эффективности цифровых проектов* с учетом ранее обозначенных ключевых принципов, отражающих:

- последовательное прохождение различных стадий цифровой трансформации;
- обязательный учет взаимосвязей внутренних основных, обеспечивающих и управляющих бизнес-процессов и их параллельную цифровизацию;
- возможность перехода в процессе цифровой трансформации на ее предыдущий этап для проведения корректировок и установления дополнительных взаимосвязей.

С учетом отмеченного, оценку эффективности проектов цифровой трансформации на уровне транспортных компаний страны следует осуществлять с использованием алгоритма, представленного на рис. 4.10. Как видно, основным критерием использования определенного варианта оценки проекта цифровой трансформации является выбранная руководством транспортной организации модель. Так, при выборе модели полной цифровой трансформации следует осуществлять оценку единичного проекта (ввиду того, что внедрение цифровых технологий в работу компании осуществляется единовременно), в то время как определение модели частичной цифровой трансформации в качестве основной предусматривает анализ совокупности цифровых проектов с установлением рациональной последовательности их реализации. При этом предлагается уход от максимизации чистого дисконтированного дохода и установление минимального срока окупаемости в качестве ключевого критерия.

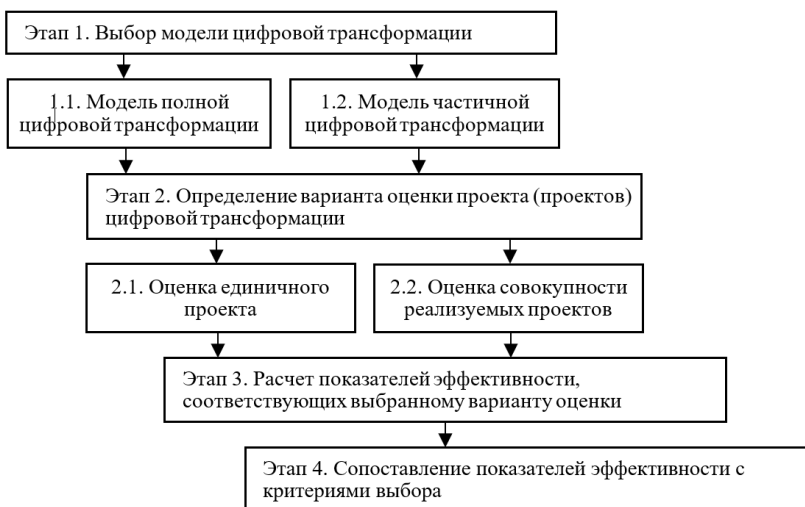


Рис. 4.10. Последовательность действий по оценке эффективности проектов цифровой трансформации транспортных компаний страны
 Источник: разработка авторов.

Предложенный вариант отличается принятым подходом к обоснованию и оценке эффективности.

Во-первых, в сравнении с большинством используемых вариантов оценки, предусматривается установление второстепенного значения величины чистого дисконтированного дохода с выбором (согласованием) того проекта, который позволит обеспечить минимизацию сроков его реализации и сроков окупаемости вложенных средств. Данная замена обусловлена, в первую очередь, существенной значимостью цифровой трансформации для обеспечения конкурентоспособности услуг в рамках транспортной отрасли, и фактической необходимостью ее обязательного проведения, а также существенной зависимостью величины получаемого эффекта от момента внедрения цифровых инструментов. Более поздняя цифровая трансформация в сравнении с иными участниками рынка транспортных услуг может привести к получению нулевого экономического эффекта.

Во-вторых, данный вариант предусматривает определение совокупного эффекта цифровой трансформации с учетом имеющейся синергии и взаимного влияния отдельных проектов по внедрению циф-

ровых технологий друг на друга. В данном контексте применение модели полной цифровой трансформации фактически предусматривает использование стандартного подхода к оценке эффективности инвестиционных проектов за исключением необходимости определения комплексного эффекта. Использование модели частичной цифровой трансформации одновременно предполагает поэтапное внедрение технологий в рамках разных проектов, которые, однако, должны быть объединены в один блок, а эффект по ним должен быть оценен с учетом последовательности их реализации и величины наблюдаемого синергетического воздействия.

С учетом отмеченного, в состав показателей эффективности проекта цифровой трансформации в первом варианте войдет классический набор, включающий: чистый дисконтированный доход, индекс рентабельности, срок окупаемости и внутреннюю норму доходности, определение которых будет производиться по формулам (4.3–4.6):

$$\text{ЧДД}_{\text{цт}} = \sum_{t=0}^T \frac{\text{ЧД}_{\text{цт}}}{(1+E)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{\text{И}_{\text{цт}}}{(1+E)^t}, \quad (4.3)$$

$$\text{ИР}_{\text{цт}} = \frac{\text{ЧДД}_{\text{цт}}}{\sum_{t=0}^T \frac{\text{И}_{\text{цт}}}{(1+E)^t}}, \quad (4.4)$$

$$\sum_{t=0}^T \frac{\text{ЧД}_{\text{цт}}}{(1+\text{ВНД}_{\text{цт}})^t} = \sum_{t=0}^T \frac{\text{И}_{\text{цт}}}{(1+\text{ВНД}_{\text{цт}})^t}, \quad (4.5)$$

$$\sum_{t=0}^{T_{\text{ок}}} \frac{\text{ЧД}_{\text{цт}}}{(1+E)^t} = \sum_{t=0}^{T_{\text{ок}}} \frac{\text{И}_{\text{цт}}}{(1+E)^t}, \quad (4.6)$$

где $\text{ЧДД}_{\text{цт}}$ – чистый дисконтированный доход по проекту цифровой трансформации, руб.;

t – количество лет реализации проекта;

$\text{ЧД}_{\text{цт}}$ – чистый доход от реализации проекта, руб.;

E – принятая по проекту ставка дисконтирования;

$\text{И}_{\text{цт}}$ – величина инвестиций в реализацию проекта цифровой трансформации, руб.;

$ИР_{цт}$ – индекс рентабельности по проекту цифровой трансформации;

$ВНД_{цт}$ – внутренняя норма доходности по проекту цифровой трансформации, %;

$T_{ок}$ – срок окупаемости реализуемого проекта цифровой трансформации, лет.

Оценка эффективности цифровой трансформации в рамках второго варианта будет носить более комплексный и специфический характер, ввиду того, что он предусматривает последовательный анализ различных сценариев реализации ряда цифровых проектов с последующим выбором сценария, соответствующего установленному критерию эффективности. В данном контексте с учетом ранее отмеченных особенностей, можно заключить, что реализация модели частичной цифровой трансформации фактически предполагает выбор такой последовательности реализации отдельных цифровых проектов, в рамках которой будет обеспечена минимизация срока окупаемости с использованием следующих формул (4.7–4.10):

$$ЧДД_{цт} = \sum_{k=1}^K \left(\sum_{t=0}^T \frac{ЧД_{цп_k}}{(1+E)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{И_{цп_k}}{(1+E)^t} \right), \quad (4.7)$$

$$ИР_{цт} = \frac{ЧДД_{цт}}{\sum_{k=1}^K \sum_{t=0}^T \frac{И_{цп_k}}{(1+E)^t}}, \quad (4.8)$$

$$\sum_{k=1}^K \sum_{t=0}^T \frac{ЧД_{цп_k}}{(1+ВНД_{цт})^t} = \sum_{k=1}^K \sum_{t=0}^T \frac{И_{цп_k}}{(1+ВНД_{цт})^t}, \quad (4.9)$$

$$\sum_{k=1}^K \sum_{t=0}^{T_{ок}} \frac{ЧД_{цп_k}}{(1+E)^t} = \sum_{k=1}^K \sum_{t=0}^{T_{ок}} \frac{И_{цп_k}}{(1+E)^t}, \quad (4.10)$$

где $ЧДД_{цт}$ – чистый дисконтированный доход по совокупности проектов цифровой трансформации, руб.;

k – количество реализуемых одновременно проектов внедрения цифровых технологий, ед.;

t – количество лет реализации проекта;

$ЧД_{цт k}$ – чистый доход от реализации k -того проекта цифровой трансформации, руб.;

E – принятая по k -тому проекту цифровой трансформации ставка дисконтирования;

$И_{цт k}$ – величина инвестиций в реализацию k -того проекта цифровой трансформации, руб.;

$ИР_{цт k}$ – индекс рентабельности по совокупности проектов цифровой трансформации;

$ВНД_{цт}$ – внутренняя норма доходности по совокупности проектов цифровой трансформации, %;

$T_{ок}$ – срок окупаемости по совокупности реализуемых проектов цифровой трансформации, лет.

Принятие проекта цифровой трансформации с учетом всего отмеченного будет осуществляться в обоих вариантах при установлении следующих критериев:

$$T_{ок} \rightarrow \min; \quad (4.11)$$

$$ЧДД_{цт} \geq 0; \quad (4.12)$$

$$ИР_{цт} \geq 1; \quad (4.13)$$

$$ВНД_{цт} \geq E. \quad (4.14)$$

Оценка представленных показателей при этом должна быть произведена для всех возможных последовательностей реализации выбранной совокупности проектов цифровой трансформации с учетом их взаимного влияния и возможного изменения внутренних бизнес-процессов транспортной организации при их осуществлении. Такой вариант одновременно предусматривает использование ранее рассмотренных имитационных моделей.

Дополнительно важно отметить необходимость развития альтернативных форм финансирования цифровых проектов, в т. ч. путем использования как более традиционных для отрасли инструментов в виде лизинга, факторинга и форфейтинга, так и специфических: венчурного финансирования, кредитования ценными бумагами, применения цифровых финансовых активов, краудфандинга и гибри-

ного финансирования. Применение представленных вариантов финансирования должно учитываться при формировании перечня возможных сценариев цифровой трансформации.

Таким образом, цифровая трансформация транспорта в Республике Беларусь подразумевает внедрение цифровых инструментов в работу транспортных компаний через реализацию комплекса организационных мер, затрагивающих как ключевые управленческие процессы, так и область их взаимодействия с клиентами, партнерами и государственными органами с установлением тесных цифровых связей. Дополнительно важно производить построение цифровых моделей объектов и их использование в деятельности отечественных транспортных организаций в границах цифровых систем управления. Данные меры откроют существенные возможности и позволят реализовать резервы роста доходности и сокращения затратной составляющей организуемых перевозок.

Наряду с изменением организационных основ, цифровая трансформация транспортных организаций страны предусматривает реализацию комплекса экономических мер, включающих: изменение подходов к управлению финансовыми ресурсами и прибылью, основанное на использовании экономико-математических и имитационных моделей, а также развитие методов оценки эффективности и способов финансирования цифровых проектов. Применение данных экономических инструментов будет способствовать максимизации эффекта от проведения цифровой трансформации.

4.3. Совершенствование организации цифровой трансформации транспорта на национальном уровне

Одновременно с корректировкой основ управления транспортными организациями повышение уровня цифровой трансформации транспортной отрасли страны предусматривает реализацию комплекса стимулирующих мер на национальном уровне. При этом в рамках сложившегося в настоящее время подхода государственных органов к цифровой трансформации отечественного транспорта с целью повышения уровня цифрового развития предусмотрена реализация ряда мероприятий, разграниченных по двум типам направлений: направлениям цифровой трансформации транспортной отрасли страны в целом, и направлениям цифровой трансформации отдельных видов транспорта.

Направления цифровой трансформации транспортной отрасли страны в целом, включают:

1. В области развития нормативно-правового инструментария:

1) создание совета по развитию цифровизации и информатизации;

2) создание реестра используемых электронных информационных систем;

3) актуализацию и совершенствование нормативных правовых актов, в части:

– регламентирования порядка безбумажного электронного взаимодействия и обмена данными между участниками грузовых мультимодальных перевозок по межгосударственным транспортным коридорам;

– порядка цифровизации аккумулирования статистической отчетности в области транспортной и логистической деятельности;

– порядка проведения государственного технического осмотра транспортных средств, в т. ч. использования электронной диагностической карты и разрешения на допуск к участию в дорожном движении;

4) совершенствование системы оплаты проезда (расширение функциональных возможностей, использование электронных билетов, мобильных приложений, банковских карт, использование терминалов самообслуживания) на железнодорожном и автомобильном транспорте;

5) разработку стандартов в области развития ИТС, в том числе применение элементов ИТС для обеспечения безопасности на магистральных автомобильных дорогах;

6) внедрения единого проездного билета;

7) внедрение сервиса управления объектами транспортной инфраструктуры;

8) расширение функционала системы показателей финансово-хозяйственной деятельности транспортной отрасли в веб-приложении для анализа показателей отчетности.

2. В области создания информационной платформы в транспортной и логистической деятельности:

1) создание сервиса единой открытой геоинформационной системы транспортной инфраструктуры Республики Беларусь;

2) создание сервиса мониторинга передвижения технологического транспорта с использованием спутниковых систем навигации;

3) внедрение сервиса функционирования и взаимодействия участников процесса перевозки пассажиров автомобильным транспортом;

4) создание единой системы учета нарушений на транспорте (весогабаритный контроль, технический осмотр, транспортная безопасность и т. д.);

5) реализация сервиса по бронированию объектов придорожной инфраструктуры;

6) разработку сервисов по применению электронного протокола весогабаритного контроля и электронного протокола результатов проверки органами транспортного контроля, обмену и контролю использования разрешений на международные автоперевозки;

7) разработку сервиса, обеспечивающего использование электронной международной транспортной накладной в рамках автомобильного транспорта.

3. В области цифровизации транспортной инфраструктуры:

1) создание единой информационно-телекоммуникационной среды транспортного комплекса;

2) применение BIM-технологий в области проектирования, экспертизы, строительства и дальнейшего сопровождения жизненного цикла объектов транспортной инфраструктуры;

3) создание системы удаленного мониторинга объектов транспортной инфраструктуры;

4) внедрение технологии умного освещения автодорожной инфраструктуры;

5) дооснащение транспортной инфраструктуры в соответствии с требованиями международных организаций;

6) реализацию мероприятий по обеспечению транспортной безопасности с использованием интеллектуальной видеоаналитики;

7) обеспечение оповещения пользователей автомобильных дорог об опасностях (инцидентах, метеоусловиях, заторах и т. д.) с использованием радиовещания, табло переменной информации и т. д.

Систематизация представленных направлений осуществлена в рамках рис. 4.11.



Рис. 4.11. Направления цифровой трансформации транспортной отрасли страны в целом

Источник: разработка авторов.

Направления цифровой трансформации отдельных видов транспорта одновременно включают:

1. В области автомобильного транспорта:

- разработку программного обеспечения для перевода административной процедуры по выдаче разрешения на допуск транспортного средства (за исключением колесных тракторов, прицепов и полуприцепов к ним) к участию в дорожном движении в цифровой формат;
- разработку и внедрение системы информационной защиты;
- реализацию пилотного проекта по применению международной товарно-транспортной накладной «CMR» в виде электронного документа (e-CMR).

2. В области железнодорожного транспорта:

- совершенствование функциональных возможностей систем управления пассажирским хозяйством в границах информационно-технологического обеспечения процесса управления пассажирскими перевозками;

- совершенствование и автоматизацию учета пассажиропотоков на железнодорожном транспорте;

- разработку сервисов по применению электронной международной транспортной накладной при осуществлении перевозок железнодорожным транспортом;

- создание цифровых моделей инфраструктуры железнодорожного транспорта с применением геоинформационных технологий.

3. *В области водного транспорта* – построение интеллектуальной системы водного транспорта Республики Беларусь, с созданием цифровой модели (программно-аналитического комплекса) инфраструктуры.

4. *В области воздушного транспорта* – продолжение работы по внедрению международного стандарта безбумажного оформления и сопровождения грузовых воздушных перевозок.

5. *В области цифровизации дорожного хозяйства:*

- разработку Web-приложения системы формирования программы проводимых дорожных работ, обеспечивающей своевременный анализ сведений о возведении, реконструкции, эксплуатации (содержании и текущем ремонте), капитальном ремонте автомобильных дорог;

- разработку информационной системы управления работами по содержанию автомобильных дорог общего пользования Республики Беларусь и их оформления в электронном виде;

- разработку сервиса прогнозирования состояния дорожного покрытия при зимнем содержании;

- проработку системы автоматизированного мониторинга проезда тяжеловесных и крупногабаритных транспортных средств по мостовым сооружениям с обеспечением видеофиксации и использованием системы мониторинга напряженно-деформированного состояния мостовых сооружений;

- проработку системы информирования участников дорожного движения о приближении диких животных на дорогах;

- разработку открытой геоинформационной системы автомобильных дорог Республики Беларусь в сети Интернет;

- создание Центра управления движением и других необходимых компонентов интеллектуальной транспортной системы в Республике Беларусь;

– информационное и техническое сопровождение программных средств корпоративно-информационного ресурса дорожного хозяйства.

Совокупность направлений, реализуемых в рамках отдельных видов транспорта, может быть представлена следующим образом – рис. 4.12.

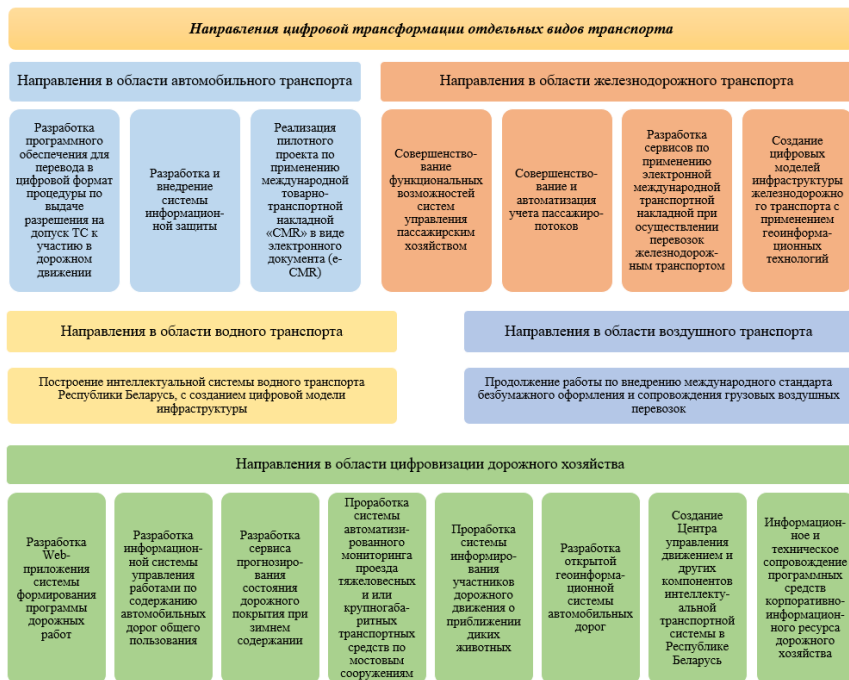


Рис. 4.12. Направления цифровой трансформации отдельных видов транспорта
Источник: разработка авторов.

Таким образом, перспективные направления цифровой трансформации фактически предполагают создание единой информационной платформы транспортной деятельности, которая будет выступать доверенной информационной средой для обеспечения обмена информацией между всеми участниками транспортной и логистической деятельности и заинтересованными государственными органами. Одновременно необходимо развитие нормативно-правового инструментария и осуществление цифровизации объектов транспортной инфраструктуры.

В дополнение к представленным направлениям с учетом установленного уровня цифровой трансформации транспортной отрасли Республики Беларусь, а также имеющихся сдерживающих и ограничивающих факторов, необходима **реализация комплекса мер, способствующих дальнейшему продвижению в рамках модели цифровой зрелости Gartner Stage**. В данный комплекс стоит включить:

1. *В рамках мер, затрагивающих цифровую трансформацию транспортной отрасли страны в целом:*

- дальнейшую актуализацию и доработку нормативных правовых актов;
- развитие систем управления объектами транспортной инфраструктуры;
- изменение подходов к тарифообразованию и субсидированию в рамках пассажирских перевозок;
- дооснащение транспортной инфраструктуры в соответствии с требованиями международных организаций;
- полный перевод обмена данными в электронный формат;
- реформирование процессов взаимодействия с органами государственного управления;
- дальнейшее внедрение в работу объектов транспортной инфраструктуры новейших цифровых инструментов (Big Data, блокчейн, Интернет вещей, облачные технологии, искусственный интеллект, RFID, мобильные приложения);
- интеграцию внедренных на уровне государства решений и систем с бизнес-процессами транспортных организаций.

2. *В рамках мер, затрагивающих цифровую трансформацию транспортных организаций (отдельных видов транспорта):*

- развитие функциональных возможностей систем управления в рамках транспортных организаций;
- дальнейшее внедрение в бизнес-модели транспортных компаний новейших цифровых инструментов (Big Data, блокчейн, Интернет вещей, облачные технологии, искусственный интеллект, RFID, мобильные приложения);
- интеграцию внедренных решений и систем с процессами клиентов и партнеров;
- формирование сквозных бизнес-процессов и обеспечение их динамичности;

- обеспечение реализации модели полной цифровой трансформации систем управления отечественных транспортных организаций.

Кроме отмеченных направлений развития и мер по обеспечению их реализации в рамках цифровой трансформации отечественного транспорта важна **проработка мер, нацеленных на создание цифрового взаимодействия в рамках транспортного пространства ЕАЭС**. В данном контексте первостепенным является следующее:

- гармонизация правового регулирования с целью устранения существующих пробелов в законодательстве (регулирование новых отношений, субъектов информационных правоотношений, ответственности);

- формирование общих технологических цифровых платформ с целью синхронизации кооперационных цепочек и интеграции различных существующих сервисов в сфере транспортных и логистических услуг;

- повышение защищенности передаваемой между участниками рынка транспортных и логистических услуг информации;

- развитие стандартов проектирования ИТС;

- стимулирование развития трансграничного сотрудничества в рамках ЕАЭС;

- сокращение затрат на логистическую составляющую в стоимости конечного продукта, исполнение обязательств по срокам доставки и сохранности груза;

- взаимное использование информации субъектами рынка транспортных и логистических услуг;

- взаимное признание предоставляемой информации;

- повышение компетентности практикующих специалистов в области цифровизации транспортной и логистической деятельности и качества профильного образования.

Таким образом, создание единого информационного транспортного пространства ЕАЭС, предполагает выстраивание на наднациональном уровне цифровой системы как совокупности информационных платформ для решения задач межгосударственного взаимодействия в транспортной сфере с одновременным развитием технологических, информационных и цифровых систем управления участников перевозочного процесса. Преимуществами такого подхода станут: создание новых и диверсификация существующих транспортных и логистических продуктов, внедрение инноваций; формирова-

ние динамичной, безопасной и интерактивной цепи поставок, удовлетворяющей требованиям пользователей транспортных и логистических услуг; доступ к данным и информации в режиме реального времени; оптимизация и совершенствование процедур принятия решений; повышение гибкости и эффективности транспортных и логистических процессов; активное реагирование на изменение рыночных условий; рост качества обслуживания клиентов и повышение их удовлетворенности.

В дополнение к созданной системе в дальнейшем важно *обеспечить интеграцию информационной транспортной системы страны с иными международными информационными системами и цифровыми системами управления в сфере транспорта* (в особенности с транспортными системами стран СНГ и ЕС), в т. ч. через организацию взаимодействия с европейскими странами с использованием международных товарно-транспортных накладных в электронном виде (e-CMR). Результатом отмеченного станет создание информационного транспортного пространства Республики Беларусь, одновременно интегрированного с транспортными системами ЕАЭС, СНГ и ЕС.

Все вышеотмеченное, наряду с необходимыми к реализации направлениями, способствующими последующей цифровой взаимосвязке всех видов транспорта в единую цифровую транспортную экосистему, позволяет сформировать **Дорожную карту цифровой трансформации на 2022–2030 гг.**, которая наглядно представлена в рамках рис. 4.13–4.14. В основу данной дорожной карты на период до 2025 г. заложены мероприятия, включенные в Комплексный план развития информатизации и цифровизации транспортно-логистической деятельности на период до 2025 г. Проработка направлений цифровой трансформации в период с 2025г. до 2030 г. осуществлена с учетом необходимости обеспечения на конец рассматриваемого периода максимально полной цифровой трансформации транспортной отрасли Республики Беларусь при одновременном установлении гибкости, прозрачности и устойчивости выстроенных систем.

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Направления цифровой трансформации <i>отдельных видов транспорта</i>	Развитие функциональных возможностей систем управления пассажирскими хозяйствами Совместное развитие и автоматизация учета пассажиропотоков Разработка сервисов по применению e-SMR при осуществлении железнодорожного транспорта Создание цифровой модели инфраструктуры железнодорожного транспорта Информационное и техническое сопровождение программных средств корпоративного информационного ресурса дорожного хозяйства	Развитие функциональных возможностей систем управления пассажирскими хозяйствами Совместное развитие и автоматизация учета пассажиропотоков Разработка сервисов по применению e-SMR при осуществлении железнодорожного транспорта Создание цифровой модели инфраструктуры железнодорожного транспорта Информационное и техническое сопровождение программных средств корпоративного информационного ресурса дорожного хозяйства	Построение интеллектуальной системы водного транспорта Республики Беларусь, с созданием цифровой модели инфраструктуры	Цифровизация отдельных видов транспорта в соответствии с показателями, установленными в рамках плана развития цифровой экономики и цифровизации транспортной деятельности на период до 2025 г.	Внедрение в бизнес-модели транспортных компаний новейших цифровых инструментов (Big Data, блокчейн, Интернет вещей, облачные технологии, RFID, мобильные приложения) Обеспечение реализации модели полной цифровой трансформации систем управления транспортными организациями	Развитие функциональных возможностей систем управления в рамках транспортных организаций	Формирование сквозных бизнес-процессов Интеграция внешних клиентов и систем с процессами клиентов и партнеров Обеспечение динамичности выстроенных процессов	Развитие функциональных возможностей систем управления в рамках транспортных организаций	Формирование цифровой экосистемы Республики Беларусь, отличающейся высокой и устойчивостью
	Разработка программного обеспечения для выдачи разрешения на доступ ТС к дорожному движению Разработка и внедрение системы информационной защиты Реализация проекта по применению e-SMR Продолжение работы по внедрению международного стандарта безбумажного оформления и сопровождения грузовых воздушных перевозок Разработка Web-приложения системы формирования программы дорожных работ Разработка сервиса прогнозирования состояния дорожного покрытия при зимнем содержании Проработка системы автоматизированного мониторинга проезда грузовых транспортных средств по мостовым сооружениям Проработка системы информирования участников дорожного движения о приближении длинн. животных	Построение интеллектуальной системы водного транспорта Республики Беларусь, с созданием цифровой модели инфраструктуры	Цифровизация отдельных видов транспорта в соответствии с показателями, установленными в рамках плана развития цифровой экономики и цифровизации транспортной деятельности на период до 2025 г.	Внедрение в бизнес-модели транспортных компаний новейших цифровых инструментов (Big Data, блокчейн, Интернет вещей, облачные технологии, RFID, мобильные приложения) Обеспечение реализации модели полной цифровой трансформации систем управления транспортными организациями	Развитие функциональных возможностей систем управления в рамках транспортных организаций	Формирование цифровой экосистемы Республики Беларусь, отличающейся высокой и устойчивостью	Развитие функциональных возможностей систем управления в рамках транспортных организаций	Формирование цифровой экосистемы Республики Беларусь, отличающейся высокой и устойчивостью	
Направления взаимодействия <i>цифровой трансформации</i>	Гармонизация правового регулирования Формирование общих технологических цифровых платформ Повышение защищенности передаваемой между участниками рынка транспортных и логистических услуг информации Развитие стандартов прокирования ИТС Стимулирование развития транспортного сотрудничества Взаимное использование информации субъектами рынка транспортных и логистических услуг Взаимное признание предоставляемой информации Повышение компетенции практикующих специалистов в области цифровизации транспортной и логистической деятельности	Гармонизация правового регулирования Формирование общих технологических цифровых платформ Повышение защищенности передаваемой между участниками рынка транспортных и логистических услуг информации Развитие стандартов прокирования ИТС Стимулирование развития транспортного сотрудничества Взаимное использование информации субъектами рынка транспортных и логистических услуг Взаимное признание предоставляемой информации Повышение компетенции практикующих специалистов в области цифровизации транспортной и логистической деятельности	Создание единого информационного транспортного пространства, интегрированного с транспортными системами ЕАЭС	Проработка мер по интеграции сформированного информационного транспортного пространства с транспортными системами стран СНГ и ЕС Обеспечение взаимодействия со странами ЕС с использованием e-SMR	Создание информационного транспортного пространства Республики Беларусь, интегрированного с транспортными системами ЕАЭС, СНГ и ЕС	Создание информационного транспортного пространства Республики Беларусь, интегрированного с транспортными системами ЕАЭС, СНГ и ЕС	Создание информационного транспортного пространства Республики Беларусь, интегрированного с транспортными системами ЕАЭС, СНГ и ЕС	Создание информационного транспортного пространства Республики Беларусь, интегрированного с транспортными системами ЕАЭС, СНГ и ЕС	Создание информационного транспортного пространства Республики Беларусь, интегрированного с транспортными системами ЕАЭС, СНГ и ЕС

Рис. 4.14. Дорожная карта цифровой трансформации транспорта Республики Беларусь (часть 2)

Источник: разработка авторов.

Реализация отмеченных направлений цифровой трансформации в соответствии с представленной Дорожной картой позволит к 2030 г. сформировать в Республике Беларусь цифровую транспортную экосистему, интегрированную с транспортными системами иных стран и интеграционных объединений, и отличающуюся повышенной гибкостью, устойчивостью и прозрачностью. Данная экосистема фактически представит собой совокупность взаимосвязанных информационных и технологических ресурсов, функционирующих как единое целое в процессе осуществления перевозки пассажиров и грузов, и обеспечивающих:

- построение сквозных бизнес-процессов в рамках транспортных организаций;
- установление существенной взаимосвязи всех участников процесса перевозки, и интеграция используемых ими цифровых решений;
- обеспечение динамичности выстроенных бизнес-процессов;
- установление органов государственного управления в качестве равного партнера;
- обеспечение высокого уровня развития транспортной инфраструктуры на основе ее взаимодействия с объектами цифровой инфраструктуры;
- интеграцию с транспортными системами стран ЕАЭС, СНГ и ЕС.

При этом будет обеспечено электронное взаимодействие транспортных организаций между собой, а также с клиентами, партнерами и органами государственного управления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В монографии исследованы теоретические и методологические основы цифровой трансформации экономических систем, в т. ч. определена экономическая сущность цифровой трансформации, ее содержательные аспекты и инструменты, а также исследованы методические основы определения уровня цифровизации. При этом определены объект, субъекты, цели, задачи, принципы и ключевые модели цифровой трансформации. В рамках исследования специфики внедрения цифровых технологий в работу транспортных организаций определены особенности функционирования различных видов транспорта и установлен алгоритм их цифровой трансформации.

В процессе исследования также изучен опыт цифровой трансформации транспортной отрасли в странах ЕС с учетом правовых основ цифровизации транспорта, данных о ключевых проектах, предусматривающих внедрение цифровых технологий, и практики управления цифровой трансформацией в транспортных организациях. Проведено измерение результативности цифровой трансформации транспорта в странах ЕС, включающее оценку показателей подключенности и степени использования отдельных цифровых инструментов.

С целью определения мер по цифровому развитию проанализированы особенности цифровой трансформации транспорта Республики Беларусь, включающие оценку современного уровня развития транспортных организаций страны; исследование нормативно-правовой базы и практических мероприятий цифровой трансформации различных видов транспорта, а также оценку уровня цифровизации национальной транспортной отрасли в границах межстранового сравнения.

В рамках развития цифровой трансформации транспортной отрасли Республики Беларусь разработана методика оценки уровня цифровой трансформации, обеспечивающая объективность получаемых результатов за счет использования официальных статистических данных, а также применения подхода, оценивающего исключительно фактические итоги внедрения цифровых инструментов. С целью апробации разработанной методики на ее основе осуществлена оценка уровня цифровой трансформации транспортной отрасли страны. По результатам проведенного исследования обоснованы перспективные направления внедрения цифровых технологий в ра-

боту отечественного транспорта и разработана Дорожная карта цифровой трансформации на 2022–2030 гг. Кроме того, сформулированы организационно-управленческие основы цифровой трансформации отечественных транспортных компаний, а также обоснованы ключевые аспекты формирования их цифровых моделей и развития цифровых систем управления.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Акаткин, Ю. М. Цифровая трансформация государственного управления. Датацентричность и семантическая интероперабельность / Ю. М. Акаткин, Е. Д. Ясиновская. – М. : ДПК Пресс, 2018. – 48 с.
2. Александрова, О. Н. Информационно-управляющие системы: архитектура и разработка : учеб. пособие / О. Н. Александрова, С. С. Ваулин, Н. В. Папуловская ; под общ. ред. Н. В. Папуловской. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2021. – 146 с.
3. Аналитический доклад «О принципах и подходах цифровой логистики в сфере транспортных услуг государств – членов Евразийского экономического союза» // Департамент транспорта и инфраструктуры ЕЭК. – М., 2020. – 48 с.
4. Белорусова, Н. Л. Человеческий капитал в формате цифровой экономики / Н. Л. Белорусова // Вестник Полоц. гос. ун-та. – 2018. – № 13. – С. 46–49.
5. Берман, Н. Д. Цифровизация логистики: применение технологии «blockchain» / Н. Д. Берман // Intern. J. of Advanced Studies. – 2018. – Т. 8, № 1/2. – С. 21–28.
6. Бойков, В. Н. Цифровая автомобильная дорога как отраслевой сегмент цифровой экономики / В. Н. Бойков, А. В. Скворцов, Д. С. Сарычев // Транспорт РФ. – 2018. – № 2. – С. 56–60.
7. Бубнова, Г. В. Цифровая логистика и безопасность цепей поставок / Г. В. Бубнова, П. В. Куренков, А. Г. Некрасов // Логистика. – 2017. – № 7 (128). – С. 46–50.
8. Варзунов, А. В. Анализ и управление бизнес-процессами: учеб. пособие / А. В. Варзунов, Е. К. Торосян, Л. П. Сажнева. – СПб. : Университет ИТМО, 2016. – 112 с.
9. Геливер, О. Г. Особенности цифровизации транспортной деятельности в Республике Беларусь / О. Г. Геливер, Д. Б. Ермашкевич // Перспективы развития транспортного комплекса : материалы VI Междун. заоч. науч.-практ. конф., Минск, 5–7 окт. 2021 г. / Белорус. науч.-исслед. ин-т трансп. «Транстехника»; редкол.: О. Г. Геливер, В. С. Миленький, С. В. Ляхов. – Минск : БелНИИТ «Транстехника», 2021. – С. 4–15.

10. Глоссарий [Электронный ресурс] // Евразийская экономическая комиссия. – Режим доступа: https://eec.eaeunion.org/comission/department/inftech/kk_wg/workgroup/glossary.php. – Дата доступа: 27.12.2022.

11. Гозбенко, В. Е. Автоматизация отдельных операций перевозочного процесса с целью обеспечения достаточных условий для оптимального функционирования «цифрового» транспорта и логистики / В. Е. Гозбенко, В. А. Оленцевич, Ю. И. Белоголов // *Соврем. технологии. Систем. анализ. Моделирование*. – 2018. – № 4. – С. 125–132.

12. Государственная программа «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : Постановление Совета Министров Республики Беларусь, 02 февр. 2021 г., № 66 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

13. Грибанов, Ю. И. Сущность, содержание и роль цифровой трансформации в развитии экономических систем / Ю. И. Грибанов, А. А. Шатров // *Вестник Алтайской академии экономики и права*. – 2019. – № 3-1. – С. 44–48.

14. Дзюба, Ю. В. Теоретические основы цифровой трансформации в хозяйствах инфраструктуры / Ю. В. Дзюба // *Автоматика, связь, информатика*. – 2019. – № 4. – С. 11–12.

15. Еловой, И. А. Основы коммерческой логистики : учеб.-метод. пособие / И. А. Еловой. – Гомель : Белорус. гос. ун-т трансп., 2008. – 151 с.

16. Еловой, И. А. Управление потоками в логистических цепях (теория, методология, организация) / И. А. Еловой. – Гомель : Белорус. гос. ун-т трансп., 2020. – 226 с.

17. Ерофицкий, А. С. Пакет мобильности Европейского Союза в области автомобильных перевозок. Развитие в области цифровизации / А. С. Ерофицкий // *Молодой ученый*. – 2022. – № 17 (412). – С. 179–181.

18. Ефанов, Д. В. Концепция современных систем управления на основе информационных технологий / Д. В. Ефанов, Г. В. Осадчий // *Автоном., связь, информ.* – 2018. – № 5. – С. 20–23.

19. Логистика: модели и методы : учеб. пособие / Р. Б. Ивуть [и др.]. – Волгоград : Сфера, 2022. – 192 с.

20. Ивуть, Р. Б. Логистика : учеб. пособие / Р. Б. Ивуть. – Минск : БНТУ, 2021. – 462 с.

21. Ивуть, Р. Б. Транспортная логистика : учеб.-метод. пособие / Р. Б. Ивуть, Т. Р. Кисель. – Минск : БНТУ, 2012. – 379 с.
22. Ивуть, Р. Б. Транспортно-логистическая система Республики Беларусь : теория, методология, практика : монография / под общ. ред Р. Б. Ивуть. – Волгоград : Сфера, 2016. – 292 с.
23. Экономический механизм развития транспортно-логистической деятельности на предприятиях : монография / Р. Б. Ивуть [и др.]. – Минск : БНТУ, 2022. – 240 с.
24. Экономика организаций автомобильного транспорта : учеб. пособие / Р. Б. Ивуть [и др.]. – Минск : РНПО, 2022. – 215 с.
25. Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной статистической информации [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 27.12.2022.
26. Информационное общество в Республике Беларусь (2023): статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; под ред. И. В. Медведевой. – Минск, 2023. – 66 с.
27. Искусственный интеллект, интернет вещей, облачные технологии и цифровые двойники в современном механообработывающем производстве : монография / Ю. Г. Кабалдин [и др.] ; под ред. Ю. Г. Кабалдина;. – Нижний Новгород : Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р. Е. Алексеева, 2019. – 196 с.
28. Ключев, А. О. Аппаратные средства информационно-управляющих систем : учеб. пособие / А. О. Ключев, П. В. Кустарев, А. Е. Платунов. – СПб. : Университет ИТМО, 2015. – 65 с.
29. Ковалев, М. М. Транспортная логистика в Беларуси: состояние, перспективы: монография / М. М. Ковалев, А. А. Королева, А. А. Дутина. – Минск : Издательский центр БГУ, 2017. – 327 с.
30. Комаров, В. В. Архитектура и стандартизация телематических и интеллектуальных транспортных систем. Зарубежный опыт и отечественная практика / В. В. Комаров, С. А. Гараган. – М. : НТБ «Энергия», 2012. – 352 с.
31. Комплексный план развития информатизации и цифровизации транспортно-логистической деятельности на период до 2025 года [Электронный ресурс] : утв. Мин. транс-та и коммун. Республики Беларусь, 9 июня 2021 г., № 11 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

32. Коржук, В. М. Защищенный документооборот. Часть 1. / В. М. Коржук, И. Ю. Попов, А. А. Воробьева. – СПб. : Университет ИТМО, 2021. – 67 с.
33. Купревич, Т. С. Цифровая трансформация международных грузоперевозок в Республике Беларусь как фактор экономического роста / Т. С. Купревич // Белорусский экономический журнал. – 2020. – № 1. – С. 148–159.
34. Левин, Б. А. Киберфизические системы в управлении транспортом / Б. А. Левин, В. Я. Цветков // Мир трансп. – 2018. – Т. 16, № 2. – С. 138–145.
35. Логистика : терминологический словарь-справочник / сост.: С. В. Бондарь [и др.]. – Минск : МИТСО, 2012. – 299 с.
36. Лузгина, А. Цифровая трансформация национальной экономики: вызовы и перспективы развития / А. Лузгина // Банк. веснік. – 2020. – № 1. – С. 100–105.
37. Лысенкова, М. В. Инвестиционное проектирование : учеб. пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности «Экономика и управление на предприятии» / М. В. Лысенкова. – Минск : БГЭУ, 2021. – 417 с.
38. Матейко, М. И. Цифровая трансформация транспортно-логистических процессов университета / М. И. Матейко // 76-я научная конференция студентов и аспирантов Бел. гос. ун-та : материалы конф., Минск, 13–24 мая 2019 г. : в 3 ч. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: В. Г. Сафонов [и др.]. – Минск, 2019. – С. 599–602.
39. Медведев, В. А. Информационные системы и технологии в логистике и управлении цепями поставок : учеб. пособие / В. А. Медведев, А. С. Присяжнюк. – СПб. : Университет ИТМО, 2016. – 183 с.
40. Меренков, А. О. Индустрия 4.0: немецкий опыт развития цифрового транспорта и логистики / А. О. Маренков // Управление. – 2017. – № 4 (18). – С. 17–21.
41. Методические рекомендации по формированию мероприятий по цифровой трансформации видов экономической деятельности в сфере материального производства, предполагаемых к реализации в государственных (региональных, отраслевых) программах [Электронный ресурс] // Министерство связи и информатизации Республики Беларусь. – Режим доступа: https://mpt.gov.by/sites/default/files/spravочно_6_rekomendacii_po_meropriyatiyam_realnogo_sektora.docx. – Дата доступа: 27.12.2022.

42. Моросанова, А. А. Цифровая трансформация на транспорте: возможности развития и риски ограничения конкуренции / А. А. Моросанова, А. И. Мелешкина, О. А. Маркова // Современная конкуренция. – 2019. – Т. 13, № 3 (75). – С. 73–90.

43. Музыкин, И. В. Цифровые технологии на железнодорожном транспорте / И. В. Музыкин, А. С. Букреева // Промышленный транспорт XXI века. – 2017. – № 3-4. – С. 66–69.

44. Об информации, информатизации и защите информации (с изм. и доп., вступившими в силу с 01.07.2017) [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 10 нояб. 2008 г., № 455-З : в ред. от 11.05.2016 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

45. Об отдельных вопросах функционирования системы электронного сбора платы за проезд транспортных средств по определенным дорогам Республики Беларусь [Электронный ресурс] : Указ Президента Республики Беларусь, 27 сент. 2012 г., № 426 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

46. Об утверждении Положения о порядке предварительной идентификации пользователей интернет-ресурса, сетевого издания : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 23 нояб. 2018 г., № 850 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

47. Об утверждении Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 гг. [Электронный ресурс] : Указ Президента Республики Беларусь, 29 июля 2021 г., № 292 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

48. Об электронном документе и электронной цифровой подписи : Закон Республики Беларусь, 28 дек. 2009 г., № 113-З [Электронный ресурс] // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

49. Об электросвязи [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 19 июля 2005 г., № 45-З : в ред. от 17.07.2018 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

50. О мерах по совершенствованию использования национального сегмента сети Интернет [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Беларусь, 1 февр. 2010 г., № 60 : в ред. от 18.09.2019 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

51. О некоторых мерах по развитию сети передачи данных в Республике Беларусь [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Беларусь, 30 сент. 2010 г., № 515 : в ред. от 18.09.2019 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

52. О навигационной деятельности [Электронный ресурс] : Указ Президента. Беларусь, 21 июля 2011 г., № 260 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

53. О развитии цифровой экономики [Электронный ресурс] : Декрет Президента Респ. Беларусь, 21 дек. 2017 г., № 8 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

54. О разработке проекта Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 г. [Электронный ресурс] : Постановление Совета министров Республики Беларусь, 25 мая 2018 г., № 392 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

55. О техническом нормировании и стандартизации [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 5 янв. 2004 г., № 262-З : в ред. от 24.10.2016 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

56. О функционировании механизма электронных накладных : Постановление Советом Министров Республики Беларусь, 30 дек. 2019 г., № 940 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

57. О цифровых банковских технологиях [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Беларусь, 18 апр. 2019 г., № 148 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

58. Пелих, С. А. Логистика : учеб. пособие / С. А. Пелих, Ф. Ф. Иванов; под общ. ред. С. А. Пелиха. – Минск : Право и экономика, 2007. – 556 с.

59. Пильгун, Т. В. Перспективы цифрового взаимодействия видов транспорта в логистических цепях поставок / Т. В. Пильгун // Тихомировские чтения: синергия технологии перевозочного процесса : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 10–11 дек. 2020 г. / Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред. А. А. Ерофеева. – Гомель, 2021. – С. 304–308.

60. Пильгун, Т. В. Проблемы и перспективы цифровой трансформации в транспортной логистике / Т. В. Пильгун, Н. Н. Казаков // Вестн. Белорус. гос. ун-та трансп. Наука и трансп. – 2018. – № 2. – С. 22–26.

61. Цифровая железная дорога Европы – от ERTMS до искусственного интеллекта / О. Н. Покусаев [и др.]. / *International Journal of Open Information Technologies*. – 2019. – Т. 7, № 7. – С. 90–119.

62. Реестр информационных систем и ресурсов Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь [Электронный ресурс] // Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://белдорсвязь.бел/register/index.html>. – Дата доступа: 27.12.2022.

63. Розенберг, Е. Н. Цифровая железная дорога – ближайшее будущее / Е. Н. Розенберг // Автоном., связь, информ. – 2016. – № 10. – С. 4–7.

64. Розенберг, И. Н. Цифровая трансформация управления перевозочным процессом / И. Н. Розенберг, В. Г. Матюхин, А. Б. Шабунин // Автоном., связь, информ. – 2019. – № 7. – С. 2–6.

65. Семион, К. В. Стратегия цифровой трансформации / К. В. Семион // Автоном., связь, информ. – 2019. – № 4. – С. 5–6.

66. Сергеев, И. В. Методология цифровой трансформации цепей поставок / И. В. Сергеев // Креативная экономика. – 2019. – № 9. – С. 1767–1782.

67. Сергеев, В. И. Логистика и управление цепями поставок – профессия XXI века : аналитический обзор / В. И. Сергеев ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2019. – 271 с.

68. Сергеев, В. И. Проблема видимости цепи поставок и использование концепции Supply chain control tower / В. И. Сергеев, И. В. Сергеев, К. Хлобыстова // Логистика. – 2020. – № 3. – С. 35–43.

69. Роботы, автономные робототехнические системы, искусственный интеллект и вопросы трансформации рынка транспортно-

логистических услуг в условиях цифровизации экономики / И. А. Соколов [и др.]. // International Journal of Open Information Technologies. – 2018. – Т. 6, № 4. – С. 92–108.

70. Статистика информационно-коммуникационных технологий [Электронный ресурс] // Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. – Режим доступа: <https://old.stat.gov.kz/official/industry/29/statistic/5>. – Дата доступа: 27.12.2022.

71. СТБ 2583-2020 «Цифровая трансформация. Термины и определения. Государственный стандарт Республики Беларусь» [Электронный ресурс] // Министерство связи и информатизации Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://mpt.gov.by/ru/tehnicheskoe-normirovanie-i-standartizaciya>. – Дата доступа: 27.12.2022.

72. Стратегия развития информатизации в Республики Беларусь на 2016–2022 годы [Электронный ресурс] : Постановление коллегии Министерства связи и информатизации Республики Беларусь, 30 сент. 2015 г., № 35 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

73. Стратегия развития цифровых технологий в области транспортной деятельности до 2025 года [Электронный ресурс] : утв. Мин. транс-та и коммун. Республики Беларусь, 7 мая 2021 г., № 23 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

74. Суворова, С. Д. Проектирование цифровых логистических платформ в цепи поставок / С. Д. Суворова, И. А. Бойко, А. И. Захаренко // Естеств.-гуман. исслед. – 2020. – № 3. – С. 321–325.

75. Терёшина, Н. П. Современные проблемы экономики железнодорожного транспорта / Н. П. Терёшина, Д. Г. Колядин, Т. А. Флягина. – М. : РУТ(МИИТ), 2019. – 131 с.

76. Тиверовский, В. И. Инновации в зарубежной логистике / В. И. Тиверовский // Транспорт: наука, техника, управление. – 2017. – № 4. – С. 38–42.

77. Транспорт в Республике Беларусь (2018): статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; под ред. И. В. Медведевой. – Минск, 2018. – 114 с.

78. Транспорт в Республике Беларусь (2020): статистический буклет / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; под ред. И. В. Медведевой. – Минск, 2020. – 23 с.

79. Транспорт в Республике Беларусь (2022): статистический буклет / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; под ред. И. В. Медведевой. – Минск, 2022. – 28 с.

80. Транспорт [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/okruzhayushchaya-sreda/sovместnaya-sistema-ekologicheskoi-informatsii2/h-passazhirooborot/>. – Дата доступа: 27.12.2022.

81. Трифонов, П. В. Трансформация управления цепями поставок в условиях четвертой промышленной революции / П. В. Трифонов, Р. В. Серышев // Стратег. решения и риск-менеджмент. – 2018. – № 3. – С. 30–37.

82. Формирование правовых основ создания, развития и обеспечения функционирования национальных сетей интеллектуальных транспортных систем государств-членов Евразийского экономического союза : аналитический доклад // Евразийская экономическая комиссия. – М., 2022 – 55 с.

83. Хорошевич, А. А. Алгоритм цифровой трансформации цепей поставок на железнодорожном транспорте / А. А. Хорошевич // Вестник Полоцк. гос. ун-та. Серия Д. Экон. и юрид. науки. – 2022. – № 12 (62). – С. 85–89.

84. Хорошевич, А. А. Концептуальные основы управления цепями поставок на железнодорожном транспорте / А. А. Хорошевич // Веснік Гродз. дзярж. ўн-та імя Янкі Купалы. Серыя 5. Экан. Сац. Біял. – 2022. – № 3. – С. 63–70.

85. Хорошевич, А. А. Особенности цифровизации цепей поставок на железнодорожном транспорте / А. А. Хорошевич // Проблемы управления. Серия А : Экономические науки. – 2022. – № 1 (83). – С. 48–52.

86. Хорошевич, А. А. Цифровая трансформация железнодорожных грузовых перевозок как ключевой фактор повышения эффективности / А. А. Хорошевич // Новости науки и технологий. – 2022. – № 2 (61). – С. 42–49.

87. Хорошевич, А. А. Цифровизация железной дороги / А. А. Хорошевич // Новости науки и технологий. – 2020. – № 4 (55). – С. 57–66.

88. Ценжарик, М. К. Цифровая трансформация компаний: стратегический анализ, факторы влияния и модели / М. К. Ценжарик,

Ю. В. Крылова, В. И. Стешенко // Вестник Санкт-Пет. ун-та. – 2020. – Т. 36, № 3. – С. 390–420.

89. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты / Г. И. Абдрахманова [и др.] // XXII Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 13–30 апр. 2021 г. / редколл.: Л. М. Гохберг [и др.]. – М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2021. – 239 с.

90. Цифровые технологии в логистике и управлении цепями поставок: аналитический обзор / В. В. Дыбская [и др.] ; под ред. В. И. Сергеева. – М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2020. – 190 с.

91. Цифровые технологии [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>. – Дата доступа: 27.12.2022.

92. Шафиева, Э. Т. Сущность, содержание и роль цифровой трансформации в развитии социально-экономических систем / Э. Т. Шафиева, Р. Р. Гедугошев // Индустриальная экономика. – 2021. – № 4, Т. 2. – С. 165–169.

93. Ястреб, Т. А. Мировой опыт цифровой трансформации транспортно-логистических процессов / Т. А. Ястреб, М. И. Матейко // Актуальные проблемы теории и практики таможенного дела в условиях международной экономической интеграции : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 25 марта 2020 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: В. Г. Шадурский [и др.]. – Минск, 2020. – С. 262–267.

94. A Digital Single Market Strategy for Europe: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. – Brussels: the European Commission, 2015. – 20 p.

95. The digital transformation of healthcare: Current status and the road ahead / R. Agarwal [et al.] // Information Systems Research. – 2010. – No. 21 (4). – P. 796–809.

96. Bauer, T. Digital Railway Stations for Increased Throughput and a Better Passenger Experience / T. Bauer, D. N. Benito // Sigh.+Draht. – 2018. – No. 7. – P. 6–12.

97. BCG e-Intensity Index (e-Intensity) [Electronic resource] // Boston Consulting Group. – Mode of access: <https://www.bcg.com/publications/interactives/bcg-e-intensity-index.aspx>. – Date of access: 14.12.2022.

98. Bowersox, D. J. The digital transformation: Technology and beyond / D. J. Bowersox, D. J. Closs, R. W. Drayer // *Supply Chain Management Review*. – 2005. – No. 9 (1). – P. 22–29.

99. Citroën, P. Rail transport in the digital age / P. Citroën // *Global Railway Rev.* – 2018. – No. 4. – P. 41–43.

100. Digital economy [Electronic resource] // UNCTAD Stat. – Mode of access: <https://unctadstat.unctad.org/wds/ReportFolders/reportFolders.aspx>. – Date of access: 27.12.2022.

101. Digital economy and society [Electronic resource] // EuroStat. – Mode of access: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/explore/all/science?lang=en&subtheme=isoc.isoc_e&display=list&sort=category&extractionId=ISOC_CI_RAN2__custom_5190946. – Date of access: 27.12.2022.

102. Digital Ecosystem Country Assessments (DECA) [Electronic resource] // USAID. – Mode of access: <https://www.usaid.gov/digital-strategy/implementation-tracks/track1-adopt-ecosystem/digital-ecosystem-country-assessments#:~:text=The%20Digital%20Ecosystem%20Country%20Assessment,in%20a%20country's%20digital%20ecosystem.> – Date of access: 14.12.2022.

103. Dikmen, M. Truns in Autonomous Vehicles: The Case of Tesla Autopilot and Summon / M. Dikmen, C. Burns // *IEEE Int. Conf. an Systems, Han, and Cybernetics (SMC)*. – Canada, 2017. – P. 1093–1098.

104. ERP report [Electronic resource] // Panorama. – Mode of access: <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2184246/2018%20ERP%20Report.pdf>. – Date of access: 27.12.2022.

105. ERTMS in brief [Electronic resource] // ERTMS. – Mode of access: <https://www.ertms.net/about-ertms/ertms-in-brief/>. – Date of access: 01.12.2022.

106. Gimpel, H. Digital transformation changes and chances / H. Gimpel, M. Röglinger. – Augsburg : Fraunhofer Institute for Applied Information Technology, 2015. – 20 p.

107. Global Connectivity Index (GCI) [Electronic resource] // Huawei. – Mode of access: <https://www.huawei.com/minisite/gci/en/methodology.html>. – Date of access: 14.12.2022.

108. Golzer, P. Data-driven operations management: Organisational implications of the digital transformation in industrial practice / P. Golzer, A. Fritzsche // *Production Planning and Control*. – 2017 – No. 28 (16). – P. 1332–1343.

109. Heidmann, L. Smart Point Machines: Paving the Way for Predictive Maintenance / L. Heidmann // Sign.+Draht. – 2018. – No. 9. – P. 70–75.

110. Holzfeind, J. Digitalisation of railway infrastructure: a programme to strengthen the system competitiveness / J. Holzfeind, O. Kraft, M. Platzer. // Global Railway Rev. – 2017. – No. 6. – P. 56–58.

111. Iansiti, M. Digital ubiquity: How connections, sensors, and data are revolutionizing business / M. Iansiti, K. R. Lakhani // Harvard Business Review. – 2014. – No. 92 (11). – P. 90–99.

112. IMD World Digital Competitiveness (IWDC) [Electronic resource] // IMD world competitiveness center. – Mode of access: <https://www.imd.org/centers/wcc/world-competitiveness-center/rankings/world-digital-competitiveness-ranking/>. – Date of access: 14.12.2022.

113. Ismail, M. H. Digital Business Transformation and Strategy: What Do We Know SoFar? / M. H. Ismail, M. Khater, M. Zaki. – University of Cambridge, 2017. – 35 p.

114. Larin, O. N. Transformation of the market of transport and logistics services in the context of the digitalization of the economy / O. N. Larin, V. P. Kupriyanovsky // International Journal of Information Technologies. – 2018. – No. 5. – P. 31–35.

115. Digital transformation by SME entrepreneurs: A capability perspective / L. Li [et al.] // Information Systems Journal. – 2018. – No. 28 (6). – P. 1129–1157.

116. Mazzone, D. M. Digital or Death: Digital Transformation – The Only Choice for Business to Survive Smash and Conquer / D. M. Mazzone. – Mississauga, Ontario : SmashboxConsulting Inc., 2014. – 166 p.

117. Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future [Electronic resource] // OECD Library. – Mode of access: https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/measuring-the-digital-transformation_9789264311992-en. – Date of access: 14.12.2022.

118. Park, J. Methodology for Data Analysis of Digital Transformation / J. Park, S. Jun, J. Y. Kim // The Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. – Bangkok : ESCAP, 2022. – 63 p.

119. How big old companies navigate digital transformation / I. M. Sebastian [et al.] // MIS Quarterly Executive. – 2017. – No. 16 (3). – P. 197–213.

120. Tohamy, N. Use Gartner's Five-Stage Maturity Model to Reach Supply Chain Analytics Excellence [Electronic Resource] / N. Tohamy //

Gartner Research. – Mode of access: <https://www.gartner.com/en/documents/3776363/use-gartner-s-five-stage-maturity-model-to-reach-supply>. – Date of access: 21.12.2022.

121. The Digital Economy and Society Index (DESI) [Electronic resource] // European Commission. – Mode of access: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi>. – Date of access: 14.12.2022.

122. The Digital Evolution Index (DEI) [Electronic resource] // Mastercard. – Mode of access: <https://www.mastercard.us/en-us/governments/insights-research/digital-evolution-index.html>. – Date of access: 14.12.2022.

123. The world's richest source of ICT statistics and regulatory information [Electronic resource] // ITU. – Mode of access: <https://data-hub.itu.int/>. – Date of access: 27.12.2022.

124. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda / P. C. Verhoef [et al.] // Journal of Business Research. – 2021. – No. 122. – P. 889–901.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Характеристика и соотношение понятий «цифровизация» и «цифровая трансформация» в современной науке

Таблица – Основные трактовки понятия «цифровая трансформация» и их соотношение с термином «цифровизация»

Трактовка понятия	Автор(ы), использующие трактовку	Соотношение понятий «цифровизация» и «цифровая трансформация»
1	2	
Использование цифровых технологий в бизнес-процессах компании путем добавления к существующим технологиям новых качеств, трансформации текущих и создания новых производственных процессов за счет применения инноваций	К. В. Семион	Синонимичные понятия
Повышение эффективности работы компании благодаря применению в дополнение к традиционным инструментам цифровых технологий и интеграции данных из различных направлений бизнеса	Ю. В. Дзюба	Синонимичные понятия
Изменение модели деятельности организации с помощью современных технологий и инноваций	М. И. Матейко	Синонимичные понятия
Построение новой бизнес-модели организации за счет внедрения новой бизнес-логики создания и закрепления ценности, основанной на применении цифровых технологий	R. Agarwal, G. G. Gao, C. DesRoches, A. K. Jha	Различные понятия
Полная смена парадигмы в управленческой культуре и операциях через покупку и установку цифрового инструментария, а также создание новой системы ценностей и нового цифрового мышления	В. Сергеев, И. Сергеев, К. Хлобыстова	Различные понятия
Процесс переосмысления бизнеса, основанный на цифровизации операций и формировании расширенных отношений в цепочке поставок	D. J. Bowersox, D. J. Closs, R. W. Drayer	Различные понятия
Преднамеренная и постоянная цифровая эволюция компании, ее бизнес-модели, процессов и операций как на тактическом уровне, так и на стратегическом уровне	D. M. Mazzone	Различные понятия

Продолжение таблицы

1	2	3
Подход к построению бизнеса, основанный на использовании цифровых технологий во всех управленческих областях – от внутренних процессов и операций и бизнес-модели в целом до клиентского опыта	Специалисты компании International Business Machines (IBM)	Различные понятия
Общекорпоративное явление, характеризующееся существенными организационными последствиями и предусматривающее изменение бизнес-модели организации на основе применения цифровых технологий	P. C. Verhoef, T. Broekhuizen, Y. Bart, A. Bhattacharya, J. Qi Dong, N. Fabian	Различные понятия
Оцифровка сервисных операций, организационных задач и управленческих процессов, приводящая к коренному переосмыслению бизнес-модели и предоставляющая новые возможности для создания и закрепления ценности	M. Iansiti, K. R. Lakhani	Различные понятия
Трансформация, обусловленная использованием информационных технологий и предполагающая фундаментальные изменения в бизнес-процессах, операционных процедурах и организационных возможностях	L. Li, F. Su, W. Zhang, J. Y. Mao	Различные понятия
Процесс интеграции цифровых технологий во все аспекты бизнес-деятельности предприятия, требующий внесения коренных изменений в технологии, культуру, операции и принципы создания продуктов и услуг	Ю. И. Грибанов, А. А. Шатров	Различные понятия
Трансформация бизнеса путем пересмотра бизнес-стратегии, моделей, операций, продуктов, маркетингового подхода, целей и т. д. путем принятия цифровых технологий	А. Минов, С. Кирюшин, Е. Борисов	Различные понятия
Процесс внедрения современных технологий и инноваций в бизнес-процессы предприятия, обуславливающий коренные изменения и обеспечивающий создание добавленной максимальной стоимости	H. Gimpel, M. Röglinger	Различные понятия
Культурные, организационные и операционные изменения в организации, отрасли или экосистеме, осуществляемые через продуманную и поэтапную интеграцию цифровых технологий, процессов и компетенций на всех уровнях	А. Лузгина	Синонимичные понятия

Окончание таблицы

1	2	3
Процесс, связанный с разработкой и внедрением цифровых технологий в бизнес-процесс социально-экономических систем всех уровней, характеризующийся кардинальным изменением подходов к ведению бизнеса	Э. Т. Шафиева и Р. Р. Гедугошев	Различные понятия
Изменение традиционных рынков в результате проникновения на них цифровых технологий; коренное изменение структуры экономики и ключевого источника получения добавленной стоимости в результате роста эффективности экономических процессов за счет действия цифровых инфраструктур; переход лидирующих позиций от традиционных институтов к институтам, деятельность которых базируется на использовании цифровых моделей	Глоссарий Евразийской экономической комиссии	Различные понятия
Стратегическое направление развития, охватывающее экономику, социальную сферу и государственное управление, и основанное на использовании информационно-коммуникационных и цифровых технологий	Специалисты Объединенного института проблем информатики НАН Беларуси	Синонимичные понятия
Система экономических отношений, основанных на использовании в различных отраслях экономики цифровых и информационно-коммуникационных технологий	О. В. Липатова, Е. И. Парфенов, Е. М. Маслак	Синонимичные понятия
Принципиальное изменение основного источника добавленной стоимости и структуры экономики за счет формирования более эффективных экономических процессов, обеспеченных цифровыми инфраструктурами	Т. В. Пильгун	Различные понятия
Комплекс процессов в экономике и обществе, заключающийся в массовом распространении технологий, основанных на использовании двоичного кода, и обуславливающий очевидные качественные изменения в организации технологического и социального порядка	О. Н. Ларин и В. П. Куприяновский	Различные понятия

Источник: разработка авторов на основе исследованных литературных источников.

Содержательные аспекты цифровой трансформации

Таблица – Содержательные аспекты цифровой трансформации

Критерий	Характеристика
Объект	Совокупность взаимосвязанных бизнес-процессов и/или бизнес-модель организации
Субъекты	Руководство организаций и отдельных подразделений, инициирующее процесс трансформации. Органы государственного управления, принимающие решения об обязательной цифровизации отдельных областей
Цель	Основная цель – перестройка бизнес-модели организации на основе повсеместного использования цифровых технологий. Второстепенные цели: – повышение совокупной эффективности функционирования организации и улучшение качественных характеристик системы менеджмента; – повышение качества производимой продукции, выполняемых работ или оказываемых услуг; – снижение совокупных издержек или себестоимости; – рост производительности труда; – повышение уровня безопасности; – повышение эффективности использования инвестиций
Задачи	Определяются исходя из установленных второстепенных целей
Принципы	Принцип технической и программной оснащенности. Принцип научной обоснованности. Принцип последовательности. Принцип максимальной эффективности. Принцип гибкости. Принцип непрерывности
Модели	Модель полной цифровой трансформации. Модель частичной цифровой трансформации. Модель развития цифровых направлений. Модель построения цифрового бизнеса

Источник: разработка авторов.

Характеристика основных инструментов цифровой трансформации

Таблица – Основные инструменты цифровой трансформации

Наименование инструмента	Период		Характеристика инструмента
	появления и развития инструмента	повсеместного распространения инструмента	
1	2	3	4
Интернет вещей	1999 г.	2008–2009 гг.	Под Интернетом вещей (IoT) понимается сеть, складывающаяся из физических предметов, способных контактировать друг с другом и с внешней средой без вовлечения человека. Использование Интернета вещей позволяет автоматизировать процессы и минимизировать участие человека в отдельных операциях
Искусственный интеллект	1945–1955 гг.	1995–2005 гг.	Искусственный интеллект (ИИ) – это система или машина, которая может имитировать человеческое поведение, чтобы выполнять задачи, и постепенно обучаться, используя собираемую информацию. Использование ИИ позволяет автоматизировать работу, повысить скорость и качество обработки данных, а также минимизировать человеческий фактор
Облачные технологии	2006 г.	2008–2009 гг.	Облачные технологии – технологии обработки цифровых данных, с помощью которых ресурсы предоставляются пользователю как онлайн-сервис. Использование облачных технологий обеспечивает безопасность и организационный контроль над данными при простоте их использования
Цифровая платформа	1990–1995 гг.	2012–2013 гг.	Цифровая платформа – это интегрированная информационная система, обеспечивающая взаимодействие пользователей по обмену информацией, приводящее к снижению издержек, оптимизации бизнес-процессов, повышению эффективности цепочек поставок. В рамках нее создается непрерывный бизнес-процесс взаимодействия с контрагентами

Окончание таблицы

1	2	3	4
Цифровой двойник	2010–2012 гг.	2020 г.	Цифровой двойник – виртуальная цифровая модель (прототип) существующего в реальности физического объекта или процесса, моделирующая внутренние процессы, технические характеристики и поведение реального объекта в условиях его взаимодействия с окружающей средой. Цифровой двойник точно воспроизводит форму и действия оригинала и синхронизирован с ним
Блокчейн	2008 г.	2012–2013 гг.	Блокчейн – многофункциональная и многоуровневая технология, предназначенная для надежного учета различных активов за счет построения распределительной базы данных, в рамках которой устройства хранения данных не подключены к общему серверу, а представлены в виде постоянно растущего списка упорядоченных записей
Большие данные	2008 г.	2009–2010 гг.	Большие данные (Big Data) – обширные наборы данных, характеризующиеся значительными объемами, разнообразием, скоростью обработки и/или вариативностью, требующие масштабируемой технологии для эффективного хранения, манипулирования, управления и анализа. Использование Big Data подразумевает работу с информацией в целях увеличения эффективности бизнес-процессов
Аддитивные технологии	1985–1990 гг.	2009–2010 гг.	Аддитивные технологии (АТ) – это технологии послойного наращивания и синтеза объектов. Данные технологии производства позволяют изготавливать любое изделие послойно на основе компьютерной 3D-модели. Объект формируется на специальной основе и по завершении процесса полностью готов к эксплуатации

Источник: разработка авторов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Характеристика законодательных актов, регулирующих различные стороны цифрового взаимодействия

Таблица – Акты, направленные на повсеместное внедрение информационных технологий и регулирование цифровых взаимоотношений

Наименование акта 1	Описание содержания акта 2
Закон Республики Беларусь «Об информации, информатизации и защите информации» от 10 ноября 2008 г. № 455-3	Закон определяет суть основных понятий (в т. ч. таких, как: база и банк данных, документированная информация, информатизация, информационная сеть, информационная система, информационная технология, информационная услуга и др.) и регулирующий отношения, связанные с созданием и использованием информационных технологий, информационных систем и информационных сетей, защиты информации
Закон «Об электросвязи» от 19 июля 2005 г. № 45-3	Закон определяет принципы деятельности и компетенцию органов и должностных лиц, осуществляющих государственное регулирование и управление в этой сфере
Закон «О техническом нормировании и стандартизации» от 5 января 2004 г. № 262-3	Закон регулирует отношения, возникающие при разработке, установлении и применении технических требований к ИКТ-продукции, а также иным объектам технического нормирования и объектам стандартизации
Закон «Об электронном документе и электронной цифровой подписи» от 28 декабря 2009 г. № 113-3	Закон регулирует правовые основы применения электронных документов и определяющий основные требования, предъявляемые к электронным документам, а также правовые условия использования электронной цифровой подписи в электронных документах
Указ Президента Республики Беларусь «О некоторых мерах по развитию сети передачи данных» от 30 сентября 2010 г. № 515	Указ регулирует создание в стране единой республиканской сети передачи данных (ЕРСПД), включающей сети передачи данных республиканских органов государственного управления, местных исполнительных и распорядительных органов, иных государственных органов и других государственных организаций, а также хозяйственных обществ, в отношении которых Республика Беларусь либо административно-территориальная единица, обладающая акциями, может определять решения, принимаемые этими хозяйственными обществами

Окончание таблицы

1	2
Указ Президента Республики Беларусь «О мерах по совершенствованию использования национального сегмента сети Интернет» от 1 февраля 2010 г. № 60	Указ определяет условия для дальнейшего развития национального сегмента глобальной компьютерной сети Интернет, повышения качества и доступности, предоставляемой гражданам и юридическим лицам информации о деятельности государственных органов, иных организаций и интернет-услуг
Указ Президента Республики Беларусь «О навигационной деятельности» от 21 июля 2011 г. № 260	Указ устанавливает правовые и организационные основы осуществления навигационной деятельности в интересах национальной экономики, обеспечения обороны и безопасности Республики Беларусь, в том числе, цифровую картографическую основу, навигационную и дополнительную информации
Указ Президента Республики Беларусь «Об отдельных вопросах функционирования системы электронного сбора платы за проезд транспортных средств по определенным дорогам Республики Беларусь» от 27 сентября 2012 г. № 426	Указ устанавливает основы создания системы электронного сбора платы в режиме свободного многополосного движения за проезд транспортных средств по определенным дорогам Республики Беларусь (ЕТС-Систем) или на отдельных их участках, в том числе на участках проезда по мостам и иным искусственным сооружениям, с повышенным скоростным и безопасным режимом движения транспортных средств, высоким уровнем сервисного обслуживания
Указ Президента Республики Беларусь «О некоторых вопросах информатизации» от 2 декабря 2013 г. № 531	Указ устанавливает полномочия государственных органов в рамках проведения информатизации и определяющий основы ее проведения
Указ Президента Республики Беларусь «О цифровых банковских технологиях» от 18 апреля 2019 г. № 148	Указ определяет правовой механизм использования информационных систем при совершении транспортными организациями различных финансовых операций
Постановление Совета Министров Республики Беларусь «Об утверждении Положения о порядке предварительной идентификации пользователей Интернет-ресурса, сетевого издания» от 23 ноября 2018 г. № 850	Постановление определяет порядок предварительной идентификации пользователей, размещающих информационные сообщения и (или) материалы на Интернет-ресурсах

Источник: разработка авторов на основе исследованной нормативно-правовой базы.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Показатели цифровой трансформации организаций транспорта в Республике Беларусь (с учетом принятых ограничений)

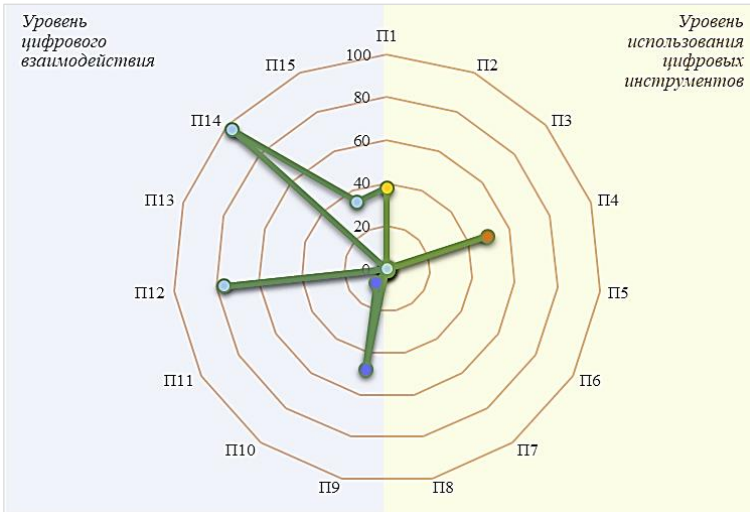


Рисунок – Графическое представление величины показателей цифровой трансформации организаций транспорта в Республике Беларусь:

- П1* – процент предприятий, использующих ERP (2021); *П2* – процент предприятий, использующих CRM (2021); *П3* – процент предприятий, использующих RFID (2021); *П4* – процент предприятий, использующих облачные вычисления (2021); *П5* – процент предприятий, использующих Big Data (2020); *П6* – процент предприятий, использующих роботов (2020); *П7* – процент предприятий, использующих Интернет вещей (2021); *П8* – процент предприятий, использующих технологии искусственного интеллекта (2021); *П9* – процент предприятий, получающих заказы через Интернет (2021); *П10* – процент предприятий с интернет-продажами (через веб-сайты, приложения или торговые площадки) (2021); *П11* – процент предприятий, отправляющих электронные счета (2020); *П12* – процент предприятий, взаимодействующих с контрагентами в Интернете (2018); *П13* – процент предприятий, получающих электронные счета (2018); *П14* – процент предприятий, использующих Интернет для взаимодействия с государственными органами (2018); *П15* – процент предприятий, использующих Интернет для проведения встреч (2021)

Источник: разработка авторов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Показатели цифровой трансформации организаций транспорта в Российской Федерации (с учетом принятых ограничений)

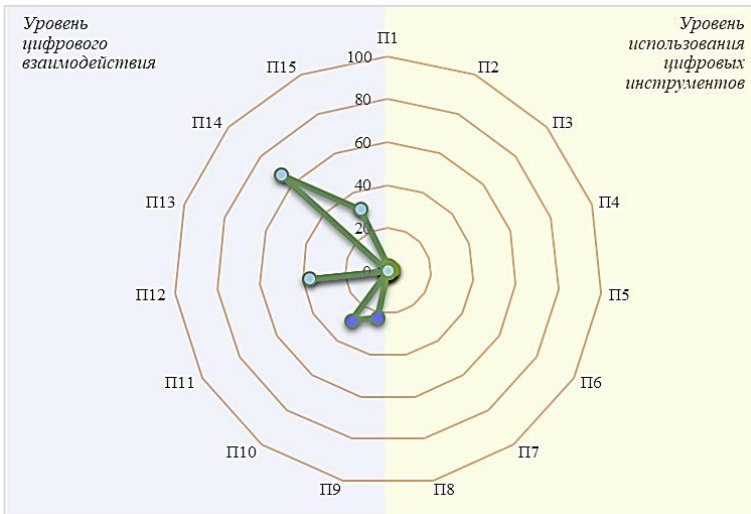


Рисунок – Графическое представление величины показателей цифровой трансформации организаций транспорта в Российской Федерации:

- П1* – процент предприятий, использующих ERP (2021);
- П2* – процент предприятий, использующих CRM (2021);
- П3* – процент предприятий, использующих RFID (2021);
- П4* – процент предприятий, использующих облачные вычисления (2021);
- П5* – процент предприятий, использующих Big Data (2020);
- П6* – процент предприятий, использующих роботов (2020);
- П7* – процент предприятий, использующих Интернет вещей (2021);
- П8* – процент предприятий, использующих технологии искусственного интеллекта (2021);
- П9* – процент предприятий, получающих заказы через Интернет (2021);
- П10* – процент предприятий с интернет-продажами (через веб-сайты, приложения или торговые площадки) (2021);
- П11* – процент предприятий, отправляющих электронные счета (2020);
- П12* – процент предприятий, взаимодействующих с контрагентами в Интернете (2018);
- П13* – процент предприятий, получающих электронные счета (2018);
- П14* – процент предприятий, использующих Интернет для взаимодействия с государственными органами (2018);
- П15* – процент предприятий, использующих Интернет для проведения встреч (2021)

Источник: разработка авторов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Показатели цифровой трансформации организаций транспорта в Республике Казахстан (с учетом принятых ограничений)

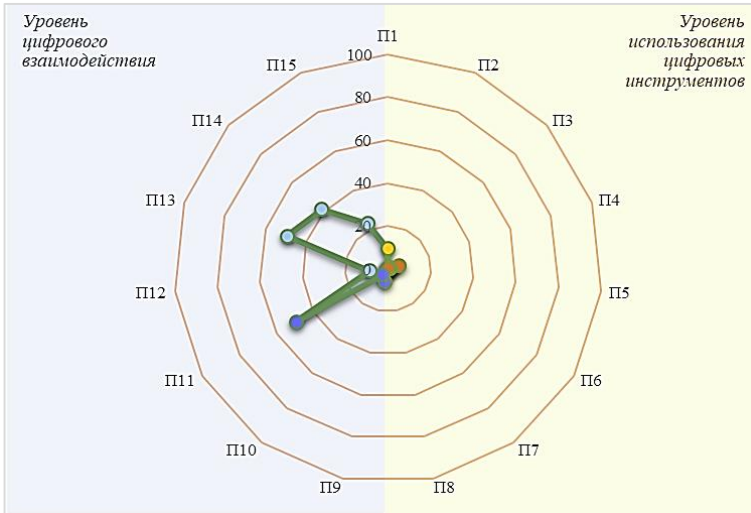


Рисунок – Графическое представление величины показателей цифровой трансформации организаций транспорта в Республике Казахстан:

П1 – процент предприятий, использующих ERP (2021); *П2* – процент предприятий, использующих CRM (2021); *П3* – процент предприятий, использующих RFID (2021); *П4* – процент предприятий, использующих облачные вычисления (2021); *П5* – процент предприятий, использующих Big Data (2020); *П6* – процент предприятий, использующих роботов (2020); *П7* – процент предприятий, использующих Интернет вещей (2021); *П8* – процент предприятий, использующих технологии искусственного интеллекта (2021); *П9* – процент предприятий, получающих заказы через Интернет (2021); *П10* – процент предприятий с интернет-продажами (через веб-сайты, приложения или торговые площадки) (2021); *П11* – процент предприятий, отправляющих электронные счета (2020); *П12* – процент предприятий, взаимодействующих с контрагентами в Интернете (2018); *П13* – процент предприятий, получающих электронные счета (2018); *П14* – процент предприятий, использующих Интернет для взаимодействия с государственными органами (2018); *П15* – процент предприятий, использующих Интернет для проведения встреч (2021)

Источник: разработка авторов.

Показатели цифровой трансформации организаций транспорта в целом по ЕС

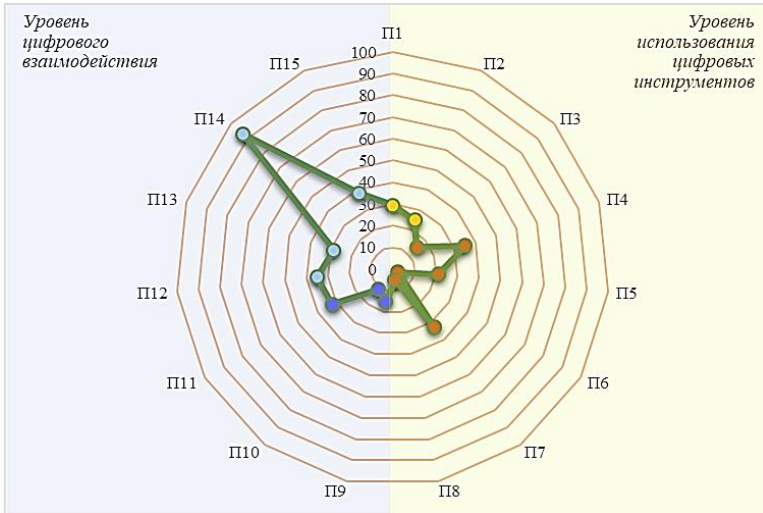


Рисунок – Графическое представление величины показателей цифровой трансформации организаций транспорта в целом по ЕС:

- П1* – процент предприятий, использующих ERP; *П2* – процент предприятий, использующих CRM; *П3* – процент предприятий, использующих RFID;
- П4* – процент предприятий, использующих облачные вычисления; *П5* – процент предприятий, использующих Big Data; *П6* – процент предприятий, использующих роботов; *П7* – процент предприятий, использующих Интернет вещей; *П8* – процент предприятий, использующих технологии искусственного интеллекта; *П9* – процент предприятий, получающих заказы через Интернет; *П10* – процент предприятий с интернет-продажами (через веб-сайты, приложения или торговые площадки);
- П11* – процент предприятий, отправляющих электронные счета; *П12* – процент предприятий, взаимодействующих с контрагентами в Интернете; *П13* – процент предприятий, получающих электронные счета; *П14* – процент предприятий, использующих Интернет для взаимодействия с государственными органами; *П15* – процент предприятий, использующих Интернет для проведения встреч

Источник: разработка авторов.

Показатели цифровой трансформации организаций транспорта в стране с наибольшим уровнем интегрального показателя по ЕС – Нидерланды

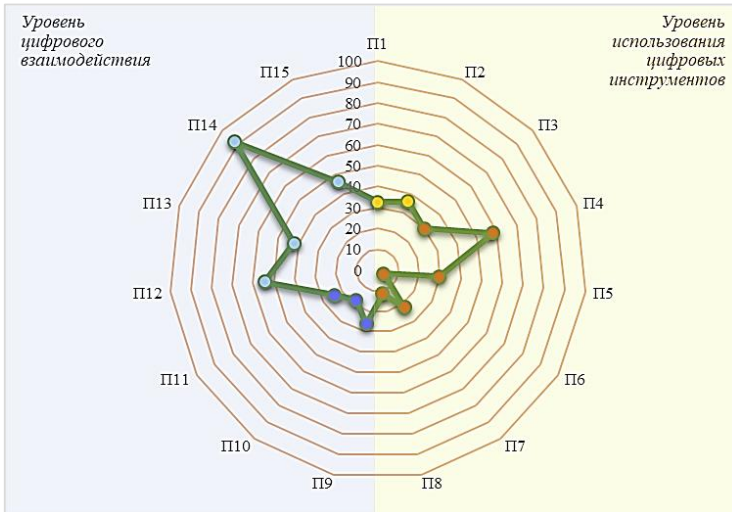


Рисунок – Графическое представление величины показателей цифровой трансформации организаций транспорта в Нидерландах:

- П1* – процент предприятий, использующих ERP (2021); *П2* – процент предприятий, использующих CRM (2021); *П3* – процент предприятий, использующих RFID (2021); *П4* – процент предприятий, использующих облачные вычисления (2021); *П5* – процент предприятий, использующих Big Data (2020); *П6* – процент предприятий, использующих роботов (2020); *П7* – процент предприятий, использующих Интернет вещей (2021); *П8* – процент предприятий, использующих технологии искусственного интеллекта (2021); *П9* – процент предприятий, получающих заказы через Интернет (2021); *П10* – процент предприятий с интернет-продажами (через веб-сайты, приложения или торговые площадки) (2021); *П11* – процент предприятий, отправляющих электронные счета (2020); *П12* – процент предприятий, взаимодействующих с контрагентами в Интернете (2018); *П13* – процент предприятий, получающих электронные счета (2018); *П14* – процент предприятий, использующих Интернет для взаимодействия с государственными органами (2018); *П15* – процент предприятий, использующих Интернет для проведения встреч (2021)

Источник: разработка авторов.

Показатели цифровой трансформации организаций транспорта в стране с наименьшим уровнем интегрального показателя по ЕС – Румыния

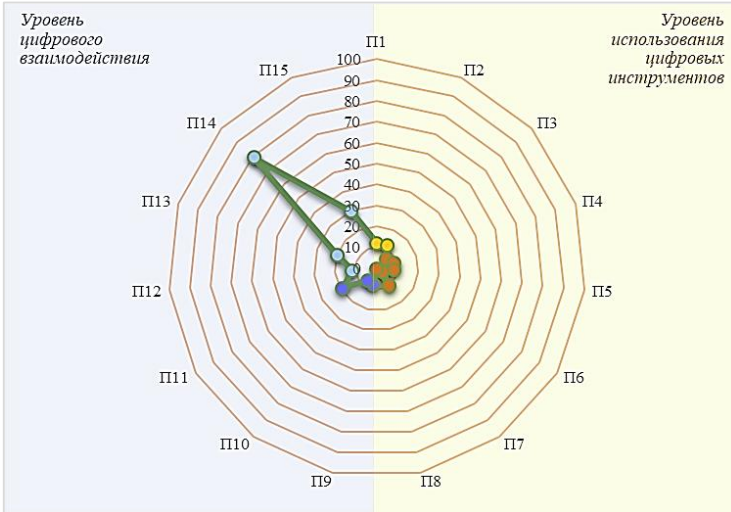


Рисунок – Графическое представление величины показателей цифровой трансформации организаций транспорта в Румынии:

- PI1* – процент предприятий, использующих ERP (2021); *PI2* – процент предприятий, использующих CRM (2021); *PI3* – процент предприятий, использующих RFID (2021); *PI4* – процент предприятий, использующих облачные вычисления (2021); *PI5* – процент предприятий, использующих Big Data (2020); *PI6* – процент предприятий, использующих роботов (2020); *PI7* – процент предприятий, использующих Интернет вещей (2021); *PI8* – процент предприятий, использующих технологии искусственного интеллекта (2021); *PI9* – процент предприятий, получающих заказы через Интернет (2021); *PI10* – процент предприятий с интернет-продажами (через веб-сайты, приложения или торговые площадки) (2021); *PI11* – процент предприятий, отправляющих электронные счета (2020); *PI12* – процент предприятий, взаимодействующих с контрагентами в Интернете (2018); *PI13* – процент предприятий, получающих электронные счета (2018); *PI14* – процент предприятий, использующих Интернет для взаимодействия с государственными органами (2018); *PI15* – процент предприятий, использующих Интернет для проведения встреч (2021)

Источник: разработка авторов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

Величина групповых оценочных показателей для Республики Беларусь и стран ЕС

Таблица – Величина групповых оценочных показателей

Страна	Сокращ.	Уровень цифрового взаимодействия	Уровень использования цифровых инструментов	Уровень цифровой трансформации
Бельгия	BE	33,66	25,91	28,23
Болгария	BG	26,09	12,35	16,47
Чехия	CZ	32,61	18,68	22,86
Дания	DK	46,58	26,59	32,58
Германия	DE	33,86	23,39	26,53
Эстония	EE	35,40	19,13	24,01
Ирландия	IE	43,33	25,44	30,81
Испания	ES	34,84	23,34	26,79
Франция	FR	35,12	23,13	26,72
Хорватия	HR	43,05	18,01	25,52
Италия	IT	41,65	23,30	28,81
Кипр	CY	32,53	27,76	29,19
Латвия	LV	27,38	16,01	19,42
Литва	LT	44,83	21,48	28,48
Люксембург	LU	34,35	24,73	27,62
Венгрия	HU	31,30	13,62	18,92
Нидерланды	NL	43,03	29,70	33,70
Австрия	AT	39,92	23,96	28,75
Польша	PL	29,52	17,39	21,02
Румыния	RO	24,71	7,70	12,80
Словакия	SK	27,37	16,15	19,52
Швеция	SE	44,76	24,44	30,54
Норвегия	NO	46,50	20,67	28,42
Республика Беларусь	RB	37,89	11,50	19,41
Российская Федерация	RU	26,37	1,49	8,96
Республика Казахстан	KZ	26,09	2,07	9,27

Источник: разработка авторов по данным EuroStat [101], OECD [117], ITU [123] и Национального статистического комитета Республики Беларусь [26].

Научное издание

ИВУТЬ Роман Болеславович
ХОРОШЕВИЧ Александр Анатольевич

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ТРАНСПОРТА:
КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ
И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ**

В авторской редакции

Подписано в печать 04.03.2024. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 13,08. Уч.-изд. л. 10,97. Тираж 100. Заказ 109.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.