

Рубрика 4. ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА

УДК [UDC] 334.021; 656.2

DOI 10.17816/transsyst20217490-105

© А. Б. Косарев, О. Н. Римская, И. В. Анохов

Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта  
(Россия, Москва)

## ОПЕРЕЖАЮЩЕЕ РАЗВИТИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Обоснование:** Объектом исследования являются региональные и глобальные грузоперевозки. Для того, чтобы грузоперевозки связывали национальную экономику в единое целое, а также позволяли реализовать её экспортные возможности, уровень организованности железнодорожного транспорта должен быть значительно выше, чем у других участников рынка (прежде всего грузоотправителей и грузополучателей).

**Цель:** исследование перспектив повышения роли железнодорожного транспорта с помощью цифровых технологий.

**Методы:** Для моделирования роли железнодорожного транспорта на национальном и глобальном уровнях в статье использована концепция всеобщей организационной науки А.А. Богданова (Тектология). Для моделирования роли железнодорожного транспорта на микроуровне использована Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ).

**Результаты:** Железнодорожный транспорт рассмотрен как система, состоящая из подсистем: «рабочий орган», «трансмиссия», «двигатель» и «вычислитель». Каждой из этих подсистем соответствуют отдельные подразделения железнодорожного транспорта. Цифровизация предполагает передачу от человека к автоматизированным системам прежде всего функций такой подсистемы, как «рабочий орган», который функционирует по одному и тому же алгоритму и в силу этого отличается предельной рутинностью. Это упрощает и делает более предсказуемой производственную деятельность соответствующих подразделений железнодорожного транспорта, что в свою очередь создает возможность для повышения сложности других подсистем.

**Заключение:** Железнодорожный транспорт изначально создавался как сложная макросистема, основанная на самых передовых технологиях и значительно опережающая в своем развитии другие отрасли. В силу этого он был способен кардинально повысить уровень сложности тех территорий, которых он достигал. Однако сегодня железнодорожный транспорт испытывает возрастающую конкуренцию со стороны других видов транспорта, в связи с чем от железнодорожного транспорта требуются качественно новые меры по обеспечению опережающего развития. Для этого предлагается применять цифровизацию к процессу физического перемещения грузов, как к единому целому: от фиксации потребности в перевозках у грузоотправителей до доставки грузов непосредственно к производственным участкам грузополучателей. В этом случае главным конкурентным преимуществом железнодорожного транспорта становится «вычислитель».

**Ключевые слова:** транспорт, железная дорога, экономика, добавленная стоимость, отрасль, груз, дорога, услуга, ТРИЗ, Тектология, цифровые технологии

Rubric 4. TRANSPORT ECONOMICS

© **A. B. Kosarev, O. N. Rimskaya, I. V. Anokhov**

JSC Russian Scientific Research Institute of Railroad Transport  
(Moscow, Russia)

## ADVANCING THE DEVELOPMENT OF RAILWAY TRANSPORT WITH THE HELP OF DIGITAL TECHNOLOGIES

**Background:** The object of the study is regional and global cargo transportation.

In order for cargo transportation to link the national economy into a single whole, and also allow it to realize its export opportunities, the level of organization of railway transport should be significantly higher than that of other market participants (primarily shippers and consignees).

**Aim:** to study the prospects for increasing the role of railway transport with the help of digital technologies.

**Methods:** To model the role of railway transport at the national and global levels, the article uses the concept of general organizational science by A. A. Bogdanov (Tectology). The Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ) is used to model the role of railway transport at the micro level.

**Results:** Railway transport is considered as a system consisting of subsystems: "working body", "transmission", "engine" and "computer". Each of these subsystems corresponds to separate divisions of railway transport. Digitalization involves the transfer from a person to automated systems, first of all, the functions of such a subsystem as a "working body", which functions according to the same algorithm and, therefore, is extremely routine. This simplifies and makes more predictable the production activities of the relevant departments of railway transport, which in turn creates the opportunity to increase the complexity of other subsystems.

**Conclusion:** Railway transport was originally created as a complex macro system based on the most advanced technologies and significantly ahead of other industries in its development. Because of this, he was able to dramatically increase the level of complexity of the territories that he reached. However, today railway transport is experiencing increasing competition from other modes of transport, and therefore qualitatively new measures are required from railway transport to ensure advanced development. To do this, it is proposed to apply digitalization to the process of physical movement of goods as a whole: from fixing the need for transportation from shippers to delivering goods directly to the production sites of consignees. In this case, the main competitive advantage of railway transport becomes the "computer".

**Key words:** transport, railway, economy, added value, industry, cargo, road, service, TRIZ, Tectology, digital technologies

## ВВЕДЕНИЕ

Цифровизация на железной дороге началась задолго до возникновения понятий «цифровая экономика» и «интернет вещей». Например, еще в 1972 г. начала работать первая российская

автоматизированная система продажи билетов «Экспресс–1»<sup>1</sup>. Кроме того, некоторые цифровые технологии (например, система сигнализации, передающая информацию о сигнале светофора в кабину локомотива и др.) применяются уже десятки лет. Подобных примеров можно привести достаточно много [1–3]. В результате сегодня железнодорожная система России является одной из лучших в мире по исполнению графика движения пассажирских поездов.

Среди современных трендов цифровизации железнодорожного транспорта можно выделить четыре основных направления:

- мультимодальные перевозки;
- клиентоориентированность;
- применение новых бизнес-моделей и участие в бизнес-сетях;
- работа с данными.

Основополагающими документами цифровой трансформации российской экономики и железнодорожного транспорта являются «Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» [4], программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [5] и Долгосрочная программа развития ОАО «РЖД» до 2025 года [6].

Цифровые проекты на российских железных дорогах направлены на оптимизацию инфраструктуры и пассажиропотока, грузовых перевозок, работу с подвижным составом, персоналом, что поможет строить умные локомотивы, экономить время и финансы.

Перевозки грузов, в том числе контейнерные перевозки, являются самой прибыльной статьей дохода российских железных дорог. От перевозочных видов деятельности ОАО «РЖД» в 2020 г. получило прибыль в размере 99 млрд руб. (143 млрд руб. в 2019 г.), в том числе 131 млрд руб. от грузовых перевозок (153 млрд руб. в 2019 г.) и 0,98 млрд руб. от пассажирских перевозок в пригородном сообщении (в 2019 г. был убыток в размере 4 млрд руб.). Также прибыль в размере 18 млрд руб. получена от «прочих видов деятельности» (23 млрд руб. в 2019 г.)<sup>2</sup>. Снижение деловой активности вполне объяснимо, пандемия коронавируса отразилась на многих видах экономической деятельности в России и мире.

В данной статье рассматриваются транспортные услуги по перевозке грузов, которые создают решетку горизонтальных связей (в понимании Н.Н. Колосовского [7]) между отдельными рыночными субъектами. В результате в национальной экономике и возникают макроэкономические материальные потоки.

<sup>1</sup> О первой системе продажи билетов Экспресс. Сравнение систем Экспресс-1 и Экспресс-2 [https://www.1520mm.ru/pass\\_and\\_e3/express/history.phtml](https://www.1520mm.ru/pass_and_e3/express/history.phtml)

<sup>2</sup> Прибыль РЖД от перевозок составила 99 млрд рублей. <https://gudok.ru/news/?ID=1555689>

Применительно к промышленности транспорт связывает в единое целое основные этапы создания добавленной стоимости:

- добыча сырья (исходный продукт);
- переработка сырья в готовый продукт (промежуточный продукт);
- оптовая и розничная продажа (конечный продукт).

Каждому из этих этапов соответствует отдельная отрасль национальной экономики. Все отрасли связываются в единое целое исключительно благодаря транспорту и это означает, что каждый рубль ВВП создан при непосредственном участии транспорта и во многом благодаря ему.

Основу грузовых перевозок в России составляют три ключевых вида транспорта: два «магистральных» (с дальними расстояниями транспортировки грузов и большими объемами грузооборота: трубопроводный и железнодорожный) и один с малыми средними расстояниями и большим тоннажем — автомобильный [8].

Целевой рынок для железнодорожного транспорта имеет следующие особенности:

- ориентация в первую очередь на перевозку негенеральных грузов, т.е. не требующих упаковки, подготовки к перевозке и загружаемых наливом, навалом или насыпью (каменный уголь, нефть, нефтепродукты, руда и др.);
- удаленность места их создания от места потребления более чем на 1 тыс. км [8, с. 7];
- значительный размер отдельной партии груза и частота перевозок таких партий, что делает их выполнение недоступным для автомобильного транспорта.

Кроме того, ключевой особенностью железнодорожного транспорта является привязка к специальной инфраструктуре, что порождает затраты по ее содержанию.

## **ФУНКЦИЯ ТРАНСПОРТА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ТРИЗ**

В самом общем виде функция транспорта заключается в связывании двух полюсов: грузоотправителя и грузополучателя, каждый из которых в терминологии А.А. Богданова можно назвать организованным комплексом (Рис. 1). Богданов определял такие комплексы, как «целое больше чем сумма его частей» [9, с. 113]. В данной статье примерами таких комплексов могут служить отдельные предприятия, ТПК, отрасли, регионы страны и др.



Рис. 1. Функциональная роль транспорта в макроэкономике (с точки зрения всеобщей организационной науки А.А. Богданова)

На Рис. 1 показано, что транспорт может связать организованные комплексы, находящиеся на определенном расстоянии друг от друга, только в том случае, если разность их потенциалов (т.е. разность в уровне организованности) достаточно велика: в этом случае их замыкание способно преодолеть сопротивление внешней среды.

Другими словами, транспортное взаимодействие между такими организованными комплексами начинается в том случае, если между ними существуют значимые экономические разности: в ассортименте готовых продуктов, в уровне их цен, в емкости рынка, в объеме платежеспособного спроса и т.п. Если эти разности невелики (т.е. экономические отличия между комплексами минимальны: они схожи друг с другом), то значимых грузопотоков наблюдаться не будет<sup>3</sup>. С этой точки зрения действительно «наш мир есть вообще мир разностей; только разности напряжений энергии проявляются в действии, только эти разности имеют практическое значение» [9, с. 117]. Следствием значимых разностей напряжений между организованными комплексами и является появление потребности в стабильной работе транспортной системы.

Занимая промежуточное значение между организованными комплексами, транспорт призван пропускать через себя порождаемые ими потоки: вещественные (грузопотоки), энергетические (в том числе в символическом понимании этого слова, например, как денежные средства) и информационные. Миссия транспорта состоит в том, чтобы кардинально повысить качество этих потоков, т.е. синхронизировать их между собой и устранить сопротивление внешней среды на их пути, добиваясь

<sup>3</sup> Так, два предприятия с одинаковой номенклатурой продуктов не имеют причин для регулярного транспортного взаимодействия между собой. Ситуация может измениться только если они будут иначе специализированы и в силу этого войдут в единую цепочку создания добавленной стоимости.

повышения скорости перевозки, снижения затрат, стабильности доставки и т.п. Если же этого обеспечить не удастся (т.е. сроки доставки и тарифы запретительно высоки), то грузопотоки не возникают и организованные комплексы не создают устойчивые цепочки создания добавленной стоимости. Исходя из этого, транспорт фактически способен *управлять взаимодействием организованных комплексов*.

По мере улучшения работы транспорта и активизации грузопотоков эти комплексы переориентируются на взаимодействие друг с другом, у них возникает своя специализация. Транспорт при этом приобретает способность *косвенно управлять и самими этими комплексами* (в том числе их производственной деятельностью): именно он определяет оптимальный размер партии груза, допустимые для перевозки количественные и качественные характеристики этого груза, частоту и время доставки (т.е. время начала очередного цикла производства у грузополучателя), а также затраты на перевозку (а значит и себестоимость конечного продукта).

Из вышесказанного следует, что именно вслед за ростом эффективности железнодорожного транспорта происходит рост эффективности грузоотправителей и грузополучателей. Аналогичным образом сказывается и снижение его эффективности.

Фактически вышесказанное означает, что в интересах всей экономики транспортная система должна демонстрировать опережающее технологическое развитие, а для этого требуется иметь более сложное устройство, чем у адресатов и адресантов груза. Действительно, согласно закону Винера-Шеннона-Эшби [10, 11], управляющая система должна превосходить по мощности и сложности управляемую систему.

Подтверждение этому мы видим, например, в российской истории: по мере продвижения вглубь страны такой высокоорганизованной системы, как железнодорожный транспорт, кардинально увеличивалась сложность хозяйственной деятельности новых территорий. В этом смысле не будет преувеличением тезис о том, что индустриальная цивилизация приходила в каждый конкретный регион страны одновременно с приходом железной дороги. Это в частности проявлялось в том, что такие территории начинали принимать участие в межрегиональном разделении труда, осваивать технологически сложные производства, ориентироваться на внешние рынки, согласовывать свою производственную деятельность с железнодорожными циклами, извлекать положительный эффект масштаба и др. Другими словами, *именно развитие и усложнение железнодорожной транспортной системы повлекло усложнение локальных организованных комплексов и породило впоследствии территориально-производственные комплексы*.

Сегодня мы наблюдаем все возрастающую конкуренцию со стороны трубопроводного, автомобильного, авиационного и морского транспорта и это говорит нам о том, что уровень внутренней сложности железнодорожной транспортной системы является уже недостаточным. Настоятельно требуются новые инструменты по управлению вещественными, информационными и энергетическими потоками. В качестве такого инструмента многими исследователями рассматривается цифровизация [12–15].

## ЦИФРОВИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОКАЗАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ

На наш взгляд, целью цифровизации является минимизация участия человека в управлении грузопотоками путем передачи его функций разного рода автоматизированным системам.

При этом процесс цифровизации протекает схожим образом у всех участников транспортного рынка, в т.ч. в конкурирующих видах транспорта. В этом смысле железнодорожный транспорт движется общим путем, в то время как от него требуется опережающее развитие. Добиться опережающего развития железнодорожный транспорт может двумя путями:

- увеличив разность на рынке грузоперевозок (Рис. 1);
- минимизировав внутреннее сопротивление рыночным потокам вещества, энергии и информации.

В настоящее время он движется по второму пути, последовательно устраняя человека из всех производственных процессов. Для рассмотрения этого вопроса, представим деятельность железнодорожного транспорта с помощью модели ТРИЗ (Рис. 2).

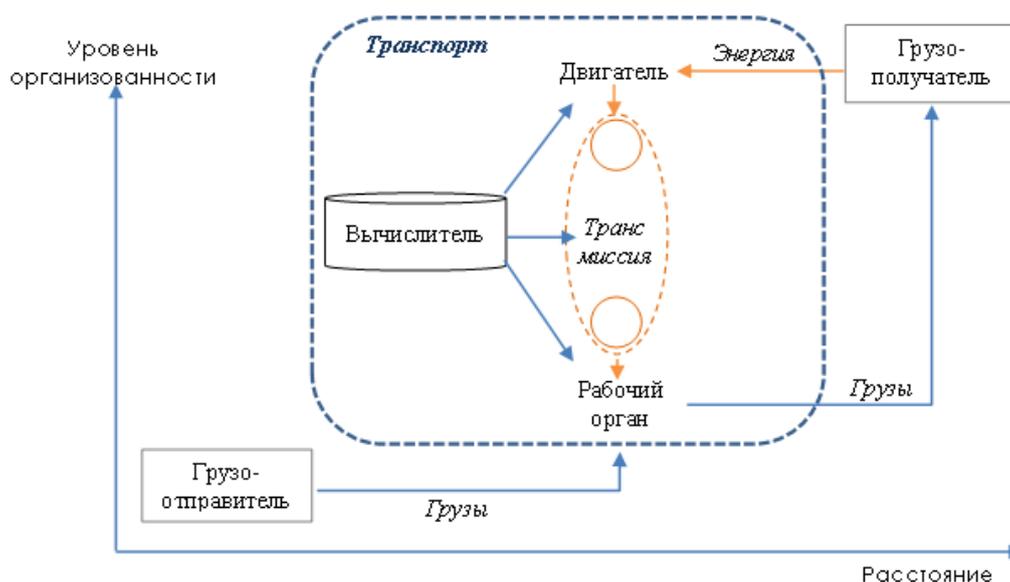


Рис. 2. Деятельность железнодорожного транспорта в модели ТРИЗ

Модель на Рис. 2 запускается потоками энергии, грузов и информации. При этом информационные потоки предшествуют энергетическим потокам, а энергетические потоки в свою очередь порождают материальные потоки.

На наш взгляд, каждый элемент на Рис. 2 соответствует определенному функциональному уровню железнодорожного транспорта:

- «рабочий орган». Главная функция – физическое перемещение грузов из пункта погрузки к пункту разгрузки. На железнодорожном транспорте к этому уровню относится прежде всего служба движения.
- «трансмиссия». Главная функция – подготовка и сопровождение процесса физического перемещения грузов. На железнодорожном транспорте к этому уровню относятся: служба дистанции пути, отделы кадров, склады, учебные центры, ОТиЗ, а также такие обособленные структуры, как погрузочные терминалы, сортировочные станции, ремонтные депо и т.п.
- «двигатель». Главная функция – поддержка грузоперевозок с помощью движения денежных средств и их эквивалентов. На железнодорожном транспорте к этому уровню относятся: бухгалтерия, экономический отдел, плановый отдел и т.п.
- «вычислитель». Главная функция – технологическая и политическая поддержка процесса грузоперевозок. На железнодорожном транспорте к этому уровню относятся: подразделения главного инженера, аппарат директора, совет директоров, наблюдательный совет и т.п.

Дальнейшая эволюция железнодорожного транспорта (Рис. 2) вероятно будет протекать согласно законам развития систем ТРИЗ. Отметим далее некоторые из них.

*Закон опережающего развития рабочего органа.*

Следует обратить внимание, что цифровизации на железнодорожном транспорте подвергается в первую очередь «рабочий орган». Именно на это направлены активно развиваемые сейчас цифровые технологии: беспилотные локомотивы, технология машинного зрения, системы интервального регулирования движения поездов, беспроводные сенсорные сети [16, 17], управления железнодорожным движением в реальном времени [18], системы по поддержанию устойчивости транспортных систем [19] и т.п. Причина этого состоит в том, что деятельность «рабочего органа» легче всего поддается нормированию и стандартизации в силу минимального взаимодействия с внешними субъектами, т.к. эта деятельность сосредоточена на процессе физического перемещения грузов.

Деятельность других подсистем сложнее поддается цифровизации: она в значительной степени погружена во взаимоотношения с внешней средой (грузоотправители, грузополучатели, сервисные организации, органы власти, банки, политические силы и т.п.). Как следствие, эта деятельность во многом непрогнозируема и требует участия человека.

Тем не менее цифровизация, устранив наконец человека из подсистемы «рабочий орган», неизбежно проделает то же самое в отношении «трансмиссии» и «двигателя». Вероятнее всего это произойдет в тот момент, когда оцифрована будет физическая деятельность (т.е. «рабочий орган») всех участников рынка, т.к. это будет означать создание технологически замкнутой подсистемы автономного перемещения грузов в масштабах всей макроэкономики, не требующей постоянного участия человека.

*Закон перехода с макроуровня на микроуровень.*

Железнодорожный транспорт изначально проектировался и создавался как сложная, централизованная макроэкономическая система, вобравшая в себя самые передовые технологии того времени. На определенном этапе развитие рабочих органов продолжилось на микроуровне в виде совершенствования локомотивов, вагонов, дистанции пути и др.

Сегодня речь идет, например, уже о том, чтобы каждая конкретная транспортная единица приобрела свойство мобильности. Так, например, контрейлер<sup>4</sup> уже снабжается колесами, что предполагает его мобильность. Отсюда остается один шаг до придания ему полной автономности, т.е. способности самостоятельно строить маршрут и передвигаться на короткие расстояния без участия человека.

*Закон динамизации.*

Этот закон предполагает, что жесткие системы должны становиться динамичными, то есть переходить к более гибкой, быстро меняющейся структуре и к режиму работы, подстраивающемуся под изменения внешней среды. На наш взгляд, на железнодорожном транспорте это будет проявляться в автономизации отдельных органов из рисунка 2 и превращения их в киберфизические системы – это «умные системы, включающие интерактивные инженерные сети из физических и коммуникационных компонент»<sup>5</sup>. Такие киберфизические системы будут способны как самостоятельно создавать ситуативные алгоритмы, так и физически их выполнять.

<sup>4</sup> Контрейлер — контейнер, снабженный автомобильными колёсами, предназначенный для комбинированных перевозок грузов: автомобильно-водных, автомобильно-железнодорожных или смешанных автомобильно-железнодорожно-водных.

<sup>5</sup> CPS PWG Draft Framework for Cyber-Physical Systems Release 0.8. September 2015. P. XII. //

<https://yandex.ru/search/?lr=63&text=CPS%20PWG%20Draft%20Framework%20for%20Cyber-Physical%20Systems%20Release%20>

В конечном счете, реализация этого сценария будет означать, что отдельные подсистемы из Рис. 2 приобретут функциональную свободу от человека, т.е. будут осуществлять свою целевую функцию самостоятельно, согласно заложенным в них базовым алгоритмам и произвольно комбинируясь в те или иные производственные системы, затребованные в данный момент рынком. При этом подсистемы смогут осуществлять и юридически значимые действия, например, заключение договора аренды или изменение тарифов на грузоперевозку.

Тем самым будут стерты производственные границы между железнодорожным транспортом и другими участниками рынка, так как происходящие в них процессы идентичны. В распоряжении железнодорожного транспорта останется лишь «вычислитель», создающий алгоритмы для киберфизических систем и контролирующий их выполнение. Именно эффективность работы «вычислителя» будет определять жизнеспособность железнодорожного транспорта по сравнению с другими способами доставки грузов.

### РОЛЬ «ВЫЧИСЛИТЕЛЯ» В РАЗВИТИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

На наш взгляд, «Вычислитель» будет способен:

- определять способ комбинирования всех остальных элементов на Рис. 2 (в том числе элементов, принадлежащих другим участникам рынка);
- участвовать во всех производственных процессах в качестве главного средства производства (примерно так же, как сегодня компьютер используется в самых разных отраслях);
- выполнять все коммуникационные функции как между человеком и киберфизической системой, так и между отдельными элементами основных средств.

По этим причинам «Вычислитель» станет наиболее значимым и дорогостоящим элементом производственной системы, от производительности которого во многом будет зависеть эффективность любого процесса производства, в том числе грузоперевозок.

Фактически это означает, что «Вычислитель» на железнодорожном транспорте должен обеспечивать передвижение грузов по всей цепочке, начиная с *территории* сырьедобывающих компаний и заканчивая *торговыми залами* в розничной торговле. Это предполагает:

- создание протоколов прямого взаимодействия своих подсистем с подсистемами клиентов;
- прогнозирование потребности грузоотправителя в очередной отправке;

- заблаговременное резервирование подвижного состава и его маршрутизация;
- перемещение подвижного состава на территорию грузоотправителя;
- информирование грузополучателя о сроке доставки и перемещение подвижного состава на его территорию.

При этом *цель* «Вычислителя» на железнодорожном транспорте можно сформулировать следующим образом: предельная прогнозируемость и планируемость грузовых потоков на долгосрочную перспективу и сглаживание их экстремумов.

Это в свою очередь предполагает, что «Вычислитель» на железнодорожном транспорте будет способен прогнозировать деятельность не только своих непосредственных клиентов, но и всей экономики в целом. Способность же прогнозировать *предполагает и способность управлять*. Другими словами, железнодорожный транспорт придет к необходимости регулировать спрос и предложение в масштабах национальной экономики.

В настоящее время движение грузов происходит однонаправленно: от добычи сырья к конечному потребителю. В обратную сторону движутся порожние вагоны, энергия в виде денежных средств и информация в виде ценовых сигналов. При этом в силу инерции спроса ценовые сигналы возникают с серьёзной задержкой, что периодически приводит к затовариванию и перепроизводству или к дефицитам. В свою очередь скорость реакции экономики на эти сигналы определяется длительностью цикла производства и соответствующей инерцией физического производства.

В тот момент, когда цифровизация примет тотальный характер, транспорт сможет минимизировать эти инерционные задержки: благодаря контролю над всей цепочкой добавленной стоимости он будет способен уловить первоначальные слабые сигналы и заранее донести их до всех участников.

Эта система работоспособна в том случае, когда устранено хаотизирующее влияние рынка, спрос на перевозки приобретает машиноподобный, полностью прогнозируемый характер и не требуется ручная корректировка работы системы.

Заблаговременно уловить эти изменения и выделить их стабильные и вариативные составляющие - вот фундаментальная задача «Вычислителя» на железнодорожном транспорте на ближайшее будущее. При этом прогнозирование должно исходить из того, что изменения конечного спроса – это результат изменения уровня организованности, в том числе в самых наглядных его проявлениях: изменения численности, уровня доходов и т.д. Соответственно такие сигналы поддаются фиксации и прогнозированию.

В результате этого железнодорожный транспорт будет способен оказывать влияние на физическое производство в стране. Он объективно будет стремиться минимизировать все множество состояний макроэкономики, которые могут его затронуть. Для этого все конечные потребности можно разделить на базовые (слабо изменяющиеся и поэтому легко прогнозируемые) и дополнительные (спонтанные и мало прогнозируемые).

В идеальном случае созданная модель позволит осуществлять такое прогнозирование базовых потребностей в макроэкономике, которое позволит железнодорожному транспорту действовать в отношении этих потребностей без дальнейшего вмешательства «Вычислителя»: подсистемы будут автоматически подстраиваться под рыночную конъюнктуру, выполняя перевозочные и смежные функции. Тем самым может быть реализован еще один базовый закон ТРИЗ – закон *увеличения степени идеальности системы*. Этот закон декларирует, что развитие всякой системы идет в сторону увеличения идеальности. Абсолютная идеальность предполагает, что системы нет, а функция ее сохраняется и выполняется.

Построение такой идеальной системы теоретически возможно только в отношении базовых потребностей. В этом случае роль «Вычислителя» полностью переориентируется на обслуживание дополнительных потребностей в макроэкономике путем гибкой адаптации грузоперевозок.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Железнодорожный транспорт является своего рода «становым хребтом» национальной экономики, обеспечивающим индустриальное производство. В среднем, в год ОАО «РЖД» перевозит почти 1,3 млрд т грузов и около 1,2 млрд пассажиров<sup>6</sup>, а к 2025 году поставлена задача увеличить объем грузоперевозок до 1,5 млрд т. Перспективы развития компании в соответствии с Долгосрочной программой развития ОАО «РЖД» до 2025 года включают увеличение грузооборота, надежности и скорости доставки грузов, интеграцию пригородного сообщения в городскую транспортную среду, масштабные проекты строительства и модернизации инфраструктуры а также широкое внедрение цифровых сервисов.

В развитии транспортно-логистического направления ОАО «РЖД» переходит от базовой перевозки грузов к комплексным услугам «от двери до двери» и формированию глобальных логистических цепочек. Компания внедряет современные логистические технологии, создает автоматизированную систему управления взаимоотношениями с

<sup>6</sup> [https://ar2018.rzd.ru/download/full-reports/ar\\_ru\\_annual-report\\_pages.pdf](https://ar2018.rzd.ru/download/full-reports/ar_ru_annual-report_pages.pdf) стр.2

клиентами и единый каталог услуг в области грузоперевозок, расширяет международную географию услуг, разрабатывает и запускает новые сервисы для грузоотправителей<sup>7</sup>.

Ожидается развитие цифровых сервисов в сфере пассажирских перевозок, особенно в пригородном сообщении, в том числе мультимодальные маршруты, пассажирские перевозки в дальнем следовании, в том числе скоростное и высокоскоростное сообщение между городскими агломерациями. Данное направление особенно перспективно, принимая во внимание тенденцию повышения уровня урбанизации в России. Например, в Санкт-Петербурге 100 % городского населения, в Москве – 98,7 %<sup>8</sup>. Актуальны и многие другие цифровые проекты на железной дороге.

Идеей цифровой трансформации охвачен весь мир, ведь у цифровой экономики много преимуществ. Одно из главных преимуществ для России – цифровизация позволит начать преодоление статуса «сырьевой страны», что автоматически поднимет рейтинг России в мире. Однако все проекты цифровой экономики, имеют последствия, о которых еще не думали и не обсуждали на глобальном уровне. Но уже сейчас многие руководители понимают, что необходим системный анализ цифровых проектов в их взаимодействии, влиянии на общество. Нужно рассматривать не только социальный аспект, но и информационную безопасность и импортозамещение.

Технический прогресс необратим и сегодня железнодорожный транспорт сталкивается с новыми вызовами и «окнами возможностей». Одно из таких «окон» – это цифровизация, которая предполагает, что от человека к автоматизированным системам будут переданы не только отдельные операции, но и вся деятельность одного или нескольких подсистем.

#### **Авторы заявляют что:**

1. У них нет конфликта интересов;
2. Настоящая статья не содержит каких-либо исследований с участием людей в качестве объектов исследований.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / References**

1. Мугинштейн Л.А., Виноградов С.А., Кирякин В.Ю. и др. Инновационный проект «Эльбрус» // Железнодорожный транспорт. – 2013. – № 12. – С. 18–25. [Muginshtejn LA, Vinogradov SA, Kiryakin VYu, et al. Innovacionnyj proekt "El'brus". *Railway transport* 2013;12:18-25 (In Russ.)]. Ссылка активна на: 01.08.2021. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20780187>

<sup>7</sup> Новый взгляд. Годовой отчет РЖД за 2018 г. [https://ar2018.rzd.ru/download/full-reports/ar\\_ru\\_annual-report\\_pages.pdf](https://ar2018.rzd.ru/download/full-reports/ar_ru_annual-report_pages.pdf) (с.42).

<sup>8</sup> Урбанизация в России: <https://rosinfostat.ru/urbanizatsiya-v-rossii/>

2. Виноградов С.А. О ходе работы "Разработка системы построения прогнозных энергосберегающих графиков движения поездов на направлении Исилькуль – Инская Западно-Сибирской железной дороги" // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО РЖД. – 2012. – № 3. – С. 32-39. [Vinogradov SA. O hode raboty "Razrabotka sistemy postroeniya prognoznyh energosberegayushchih grafikov dvizheniya poezdov na napravlenii Isil'kul' – Inskaya Zapadno-Sibirskoj zheleznoj dorogi". *Bulletin of Joint scientific Council of JSC Russian railways* 2012;3:32-39 (In Russ.)]. Ссылка активна на: 01.08.2021. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19127008>
3. Мугинштейн Л.А., Ябко И.А., Рахманинов В.И. и др. Обучение машинистов энергосберегающим и безопасным методам управления поездами // Железнодорожный транспорт. – 2005. – № 9. – С. 37–40. [Muginshtejn LA, Yabko IA, Rahmaninov VI, et al. Obuchenie mashinistov energosberegayushchim i bezopasnym metodam upravleniya poezdami. *Railway transport* 2005;9:37-40 (In Russ.)]. Ссылка активна на: 01.08.2021. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23469235>
4. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы». [Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 09.05.2017 g. № 203 “O Strategii razvitiya informacionnogo obshchestva v Rossijskoj Federacii na 2017–2030 gody” (In Russ.)]. Ссылка активна на: 01.08.2021. Доступно по: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919>
5. Распоряжение Правительства России от 28 июля 2017 г. №1632-р об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации». [Rasporuzhenie Pravitel'stva Rossii ot 28 iyulya 2017 g. №1632-r ob utverzhenii programmy “Cifrovaya ekonomika Rossijskoj Federacii” (In Russ.)]. Ссылка активна на: 01.08.2021. Доступно по: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71634878>
6. Долгосрочная программа развития ОАО «РЖД» до 2025 года: утверждена распоряжением Правительства РФ от 19.03.2019 № 466р. [The long-term development program of JSC "Russian Railways" until 2025: approved by the Decree of the Government of the Russian Federation No. 466r of 19.03.2019. (In Russ.)]. Ссылка активна на: 01.08.2021. Доступно по: <http://static.government.ru/media/files/zcAMxApAgyO7PnJ42aXtXAgA2RXSVoKu.pdf>
7. Колосовский Н.Н. Основы экономического районирования. – М.: Госполитиздат, 1958. – 200 с. [Kolosovsky NN. *Fundamentals of economic zoning*. Moscow: Gospolitizdat; 1958. 200 p. (In Russ.)]. Ссылка активна на: 01.08.2021. Доступно по: [https://www.studmed.ru/kolosovskiy-n-n-osnovy-ekonomicheskogo-rayonirovaniya\\_975da9293d0.html](https://www.studmed.ru/kolosovskiy-n-n-osnovy-ekonomicheskogo-rayonirovaniya_975da9293d0.html)
8. Грузовые перевозки в России: обзор текущей статистики. Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики. 2019. Ссылка активна на: 01.08.2021. Доступно по: <https://ac.gov.ru/files/publication/a/24196.pdf>
9. Богданов А.А. Тектология (Всеобщая организационная наука). – М.: Экономика, 1989. Кн. 1. – 304 с. [Bogdanov AA. *Tectology (General organizational science)*. Moscow: Economics; 1989. Book 1. 304 p. (In Russ.)].
10. Винер Н. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине. – М.: Наука; 1983. – 344 с. [Wiener N. *Cybernetics, or Control and communication in an animal and a machine*. Moscow: Nauka; 1983. 344 p. (In Russ.)].

11. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. – М.: Иностранная литература, 1959. – 432 с. [Ashby UR. *Introduction to cybernetics*. Moscow: Foreign literature; 1959. 432 p. (In Russ.)].
12. Лapidус Б.М. О влиянии цифровизации и индустрии 4.0 на перспективы развития железнодорожного транспорта // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». – 2018. – № 1. – С. 1–8. [Lapidus BM. O vliyanií cifrovizacii i industrii 4.0 na perspektivy razvitiya zheleznodorozhnogo transporta. *Bulletin of the Joint Scientific Council of JSC Russian Railways*. 2018;1:1-8. ((In Russ.)].
13. Метелкин П.В., Лобачев В.В., Крылов А.Н., Липатов А.Г. К вопросу о цифровизации на железнодорожном транспорте России // Транспортное дело России. – 2019. – № 1. – С. 225–227. [Metelkin PV, Lobachev VV, Krylov AN, Lipatov AG. On the issue of digitalization in Russian railway transport. *Transport Business of Russia*. 2019;1:225-227 (In Russ.)]. Ссылка активна на: 01.08.2021. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37280278>
14. Розенберг Е.Н., Уманский В.И., Дзюба Ю.В. Цифровая экономика и цифровая железная дорога // Транспорт Российской Федерации. – 2017. – № 5 (72). – С. 45–49. [Rosenberg EN, Umansky VI, Dzyuba YuV. Digital economy and digital railway. *Transport of the Russian Federation*. 2017;5(72):45-49 (In Russ.)]. Ссылка активна на: 01.08.2021. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30463592>
15. Шевченко Д.В. Методология построения цифровых двойников на железнодорожном транспорте // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. – 2021. – №80(2). – С. 91–99. [Shevchenko DV. Methodology of building digital doubles on railway transport. *Bulletin of the Research Institute of Railway Transport* 2021;80(2):91-99. (In Russ.)]. doi: 10.21780/2223-9731-2021-80-2-91-99
16. Hodge VJ, O’Keefe S, Weeks M, Moulds A. Wireless sensor networks for condition monitoring in the railway industry: A survey. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. 2015;16(3):1088-1106. doi: 10.1109/TITS.2014.2366512.
17. Alawad H, Kaewunruen S. Wireless Sensor Networks: Toward Smarter Railway Stations. *Infrastructures*. 2018;3(3). doi: 10.3390/infrastructures3030024
18. Keita K, Pellegrini P, Rodriguez J. A three-step Benders decomposition for the real-time Railway Traffic Management Problem. *Journal of rail transport planning & management*. 2020;13(100170) doi: 10.1016/j.jrtpm.2019.100170
19. Wan C, Yang Z, Zhang D, et al. Resilience in transportation systems: A systematic review and future directions. *Transport Reviews*. 2018;38(4):479-498. [cited 2002 Aug 12] Available from: <http://www.nursingworld.org/AJN/2002/june/Wawatch.htm>Article
20. Шпаковский Н.А., Новицкая Е.Л. Триз. Практика целевого изобретательства. – М.: ФОРУМ. 2011. – 335 с. [Shpakovsky NA, Novitskaya EL. *Triz. The practice of targeted invention*. Moscow: FORUM. 2011. 335 p. (In Russ.)].
21. Хомяков В.Н. Кибернетика, закон необходимого разнообразия и разработка прогнозов экономических показателей // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. – 2014. – №1–1. – С. 128–141. [Khomyakov VN. Kibernetika, zakon neobhodimogo raznoobraziya i razrabotka prognozov ekonomicheskikh pokazatelej. *Proceedings of the Tula State University. Economic and legal sciences* 2014;1-1:128-141 (In Russ.)]. Ссылка активна на: 01.08.2021. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21437929>
22. CPS PWG Draft Tramework for Cyber-Physical Systems Release 0.8. September 2015. P. XII. [cited 2021 Sept 1]. Available from: [http://](http://s3.amazonaws.com/nist-) <https://s3.amazonaws.com/nist->

sgcps/cpspwg/pwgglobal/CPS\_PWG\_Draft\_Framework\_for\_Cyber-Physical\_Systems\_Release\_0\_8\_September\_2015.pdf

23. Vagnoli M, Remenyte-Prescott R, Andrews J. Railway bridge structural health monitoring and fault detection: State-of-the-art methods and future challenges. *Structural health monitoring-an international journal*. 2018;17(4):971-1007. doi: 10.1177/1475921717721137

#### **Сведения об авторах:**

**Анохов Игорь Васильевич**, кандидат экономических наук, доцент;  
eLibrary SPIN: 1444-3259; ORCID: 0000-0002-5983-2982; Researcher ID: AAF 9428 2020;  
E-mail: i.v.anokhov@mail.ru

**Косарев Александр Борисович**, доктор технических наук, профессор;  
AuthorID: 352781; ScopusID: 7006304498;  
E-mail: Kosarev.Alexandr@vniizht.ru

**Римская Ольга Николаевна**, кандидат экономических наук, доцент;  
eLibrary SPIN: 4185-4532; ORCID: 0000-0002-1548-0815  
E-mail: olgarim@mail.ru

#### **Information about the authors:**

**Igor V. Anokhov**, Ph.D. in Economics, Associate Professor;  
eLibrary SPIN: 1444-3259; ORCID: 0000-0002-5983-2982; Researcher ID: AAF 9428 2020;  
E-mail: i.v.anokhov@mail.ru

**Kosarev Alexander Borisovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor;  
AuthorID: 352781; ScopusID: 7006304498;  
E-mail: Kosarev.Alexandr@vniizht.ru

**Rimskaya Olga Nikolaevna**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor;  
eLibrary SPIN: 4185-4532; ORCID: 0000-0002-1548-0815  
E-mail: olgarim@mail.ru

#### **Цитировать:**

Косарев А.Б., Римская О.Н., Анохов И.В. Опережающее развитие железнодорожного транспорта с помощью цифровых технологий // Инновационные транспортные системы и технологии. – 2021. – Т. 7. – № 4. – С. 90–105. doi: 10.17816/transsyst20217490-105

#### **To cite this article:**

Kosarev AB, Rimskaya ON, Anokhov IV. Advanced development of railway transport using digital technologies. *Modern Transportation Systems and Technologies*. 2021;7(4):90-105. doi: 10.17816/transsyst20217490-105