



АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Научная статья

УДК 656.22:656.043

DOI: 10.21780/2223-9731-2022-81-2-179-187

EDN: <https://elibrary.ru/qaujcu>



КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОДВИЖЕНИЯ ВАГОНПОТОКОВ НА ОСНОВЕ СКВОЗНОГО КОНТРОЛЯ СРОКОВ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ

О. В. Москвичев¹, Е. А. Мищенко¹✉, С. Н. Титаренко²

¹Самарский государственный университет путей сообщения (СамГУПС),
Самара, Российская Федерация

²Куйбышевская дирекция управления движением —
Центральная дирекция управления движением — филиал ОАО «РЖД»,
Самара, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Введение. Проведен анализ невыполнения нормативных сроков доставки грузов железнодорожным транспортом, который выявил снижение одного из важнейших качественных показателей — надежность доставки. Дана оценка работы существующих автоматизированных систем управления, выявившая разрывы и неавтоматизированные функции в рамках сквозного процесса доставки грузов и порожних вагонов в части контроля сроков доставки. Целью статьи является предложение и обоснование использования концептуальной модели организации продвижения вагонопотоков, основанной на сквозном контроле сроков доставки и риск-ориентированном воздействии на лимитирующие технологические элементы.

Материалы и методы. В статье применены методы современной теории управления транспортными потоками, теории математической статистики и теории принятия решений.

Результаты. Предложена концептуальная модель в рамках развития сквозного процесса доставки грузов и порожних вагонов, основанная на сквозном контроле сроков доставки грузов и риск-ориентированном воздействии на лимитирующие технологические элементы, в которой выделены следующие ключевые положения: контроль фактического срока доставки на станции за счет оценки выполнения технологических норм времени на операцию; сквозной риск-ориентированный контроль фактического срока доставки груза и порожних вагонов на всем пути следования; выдача рекомендаций по ускорению продвижения вагонопотока на основе технико-экономического обоснования.

Обсуждение и заключение. Реализация предложенной концептуальной модели позволяет перейти к научно обоснованному оперативному принятию решений по регулировке продвижения вагонопотока на каждом этапе в пути следования, повысить качество транспортного обслуживания и качество эксплуатационной работы железнодорожного транспорта. Концептуальная модель может быть исполнена в виде отдельного модуля, интегрированного в существующую автоматизированную систему управления станцией.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: надежность доставки, срок доставки, сквозной контроль, клиентоориентированность, железнодорожный транспорт, риск-ориентированный подход

Благодарности: авторы выражают благодарность рецензентам за полезные замечания и советы, способствовавшие улучшению статьи.

Для цитирования: Москвичев О. В., Мищенко Е. А., Титаренко С. Н. Концептуальная модель организации продвижения вагонопотоков на основе сквозного контроля сроков доставки грузов // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). 2022. Т. 81, № 2. С. 179–187. <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2022-81-2-179-187>.

✉ mkatti95@mail.ru (Е. А. Мищенко)

© Москвичев О. В., Мищенко Е. А.,
Титаренко С. Н., 2022

Original article

UDK 656.22:656.043

DOI: 10.21780/2223-9731-2022-81-2-179-187

EDN: <https://elibrary.ru/qaujcu>



CONCEPTUAL MODEL OF RAILWAY CAR TRAFFIC ORGANISATION BASED ON THE END-TO-END CONTROL OF FREIGHT DELIVERY TIMES

Oleg V. Moskvichev¹, Ekaterina A. Mishchenko¹✉, Sergey N. Titarenko²

¹Samara State Transport University,
Samara, Russian Federation

²Kuibyshev Directorate of Traffic Control —
Central Directorate of Traffic Control — branch of Russian Railways Company,
Samara, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. The article presents the analysis of non-compliance of delivery times of railway cargoes with the regulatory time frames. The analysis reveals a decrease in the reliability of delivery, one of the most important quality indicators. The authors assess the operation of existing automated control systems, which shows discontinuities and non-automated functions in the framework of the end-to-end control of the goods and empty cars delivery times. The purpose of the article is to propose and justify the use of a conceptual model for organising car traffic, based on end-to-end control of delivery times and risk-oriented impact on the limiting technological elements.

Materials and methods. The authors applied the methods of the modern theory of traffic management, the theory of mathematical statistics and the theory of decision making.

Results. The authors propose a conceptual model based on end-to-end control of goods delivery times and a risk-oriented impact on the limiting technological elements as a part of development of end-to-end process of the goods and empty cars delivery. The model highlights the following key provisions: control of the actual delivery time to stations by assessing the compliance with the technological standard operation times; end-to-end risk-oriented control of actual delivery times of cargo and empty cars along the entire route; providing recommendations to accelerate the advancement of the car traffic based on the technical and economic feasibility study.

Discussion and conclusion. The implementation of the proposed conceptual model enables to employ scientifically based operational decision-making to control the flow of the traffic at each stage along the route and to improve the quality of transport services and the quality of operational work of railway transport. The conceptual model can be implemented as a separate module integrated into the existing automated station control system.

KEYWORDS: reliability of delivery, delivery time, end-to-end control, customer focus, railway transport, risk-oriented approach

Acknowledgments: The authors express their gratitude to the reviewers for their constructive comments, improving the quality of the article.

For citation: Moskvichev O. V., Mishchenko E. A., Titarenko S. N. Conceptual model of railway car traffic organisation based on the end-to-end control of freight delivery times. *Russian Railway Science Journal*. 2022;81(2):179-187. (In Russ.). <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2022-81-2-179-187>.

Введение. Новая бизнес-модель, определенная Стратегией развития холдинга ОАО «РЖД» на период до 2030 г. [1], предусматривает трансформацию компании из перевозчика в транспортно-логистического оператора, способного управлять логистическим сервисом и организовывать формирование сквозных цепей поставок в грузовом сегменте. Она также определяет, что одной из ключевых ценностей компании является клиентоориентированность, взаимовыгодное долгосрочное партнерство с клиентами. Как показывают многочисленные исследования [2, 3, 4], одним из важных показателей для клиента является надежность доставки груза и порожних вагонов.

Оценивая статистику выполнения сроков доставки грузов (рис. 1), необходимо отметить непрерывный положительный рост данного показателя начиная с 2015 по 2020 г. Если рассматривать этот показатель в денежном эквиваленте, то нарушение сроков доставки влечет за собой миллиардные иски и штрафы за их невыполнение. Так, например, штрафы за нарушение срока доставки в 2020 г. оцениваются суммой в 7 млрд руб.

Качество предоставляемой услуги (перевозка) неразрывно связано с качеством производственных процессов, которое обеспечивается скоординированной деятельностью всех бизнес-блоков и подразделений на всех уровнях управления. Причинно-следственные связи, влияющие на выполнение нормативного срока доставки грузов, представлены на рис. 2.

Проведенный анализ невыполнения нормативных сроков доставки грузов в 2020 г. показал следующие причины нарушений сроков доставки в компании ОАО «РЖД»:

1. Необеспеченность тяговыми ресурсами — 66,73 %.
2. Недостаточная выгрузочная способность грузополучателя — 19 %.
3. Неэффективная организация и управление процессом перевозок — 5,2 %.
4. Неготовность инфраструктурного комплекса — 5 %.
5. Отрицательное влияние факторов внешней среды — 3,5 %.
6. Неудовлетворительное состояние подвижного состава — 1 %.

К основным причинам нарушения нормативных сроков доставки относится недостаточная обеспеченность тяговыми ресурсами, которая требует увеличения парка тягового подвижного состава, что, в свою очередь, влечет за собой значительные инвестиционные затраты для компании. Помимо причин нарушения нормативных сроков доставки по вине ОАО «РЖД» были выделены причины, относящиеся к ответственности грузоотправителя (грузополучателя), например недостаточная выгрузочная способ-

ность грузополучателя. Устранение подобной проблемы решается совместно с клиентом за счет разработки организационно-технических мероприятий по улучшению использования вагонов на грузовых фронтах, как правило требующих инвестиционных вложений и увеличения эксплуатационных расходов.

Кроме того, в результате анализа была выявлена причина, отражающая значительно меньшее количество нарушений: неэффективная организация и управление процессом перевозок. При этом решение проблем, связанных с данной причиной, не требует, как правило, значительных инвестиционных ресурсов. Следует отметить, что внутренние эксплуатационные затраты ОАО «РЖД» на перевозку грузов по сети железных дорог обратно пропорционально зависят от качества организации и управления перевозочным процессом. Поэтому особо важен системный методологический подход к устранению организационно-управленческих и технологических нарушений, приводящих к невыполнению нормативных сроков доставки грузов железнодорожным транспортом.

В частности, неэффективная организация и управление процессом перевозок связаны с отсутствием сквозного риск-ориентированного контроля фактического срока доставки груза на всем пути его продвижения от станции отправления до станции назначения и отсутствием этой функции в современных автоматизированных системах управления (АСУ).

Расчет плана формирования поездов не учитывает напрямую сроки доставки по корреспонденции грузопотока. Все входные параметры процессов обезличены по отношению к отправкам, и показателем процесса является максимально возможная совокупная переработка вагонных парков [5, 6]. При планировании, согласовании заявок на перевозку грузов и организации перевозок в договорах фиксируются лишь нормативные сроки перевозки, а управление движением выполняется без полноценной привязки контрольных процедур за отправленными грузами к конкретным поездам.

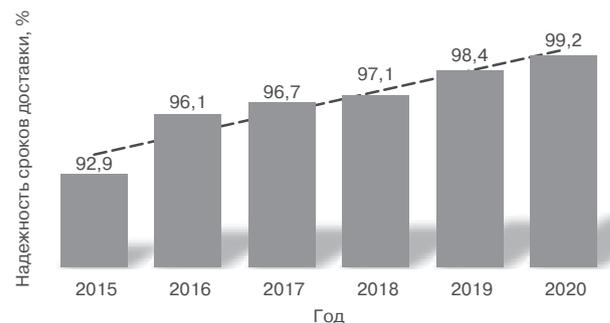


Рис. 1. Надежность сроков доставки по сети железных дорог России

Fig. 1. Reliability of delivery times on the Russian railway network



Рис. 2. Причинно-следственные связи, влияющие на выполнение нормативного срока доставки грузов

Fig. 2. Causality affecting the compliance with the standard freight delivery time

При оценке работы существующих АСУ [7, 8, 9, 10], представленных в таблице, были выявлены разрывы и неавтоматизированные функции в рамках сквозного процесса доставки грузов и порожних вагонов в части контроля сроков доставки. Несмотря на прогрессивность современных АСУ, их основной функцией остается сбор, хранение и выдача информации оперативным работникам железнодорожных станций, регионов управления и дороги в целом. Зачастую оперативный работник самостоятельно выполняет анализ полученной информации и принимает управленческие решения на основе своих знаний и профессионального опыта. Это приводит к затратам дополнительных временных ресурсов, которых нет при оперативной работе, и, как следствие, к недооценке ситуации, ошибкам в работе и еще большей потере времени на выполнение операций по организации продвижения вагонопотоков.

По сути, в настоящее время отсутствует технология сквозного риск-ориентированного контроля фактического срока доставки груза на всем пути его продвижения от станции отправления до станции назначения, а в существующих АСУ система оценки нарушения срока доставки неэффективна и приводит к решению проблемы постфактум.

В связи с вышесказанным в рамках развития организации сквозного процесса доставки грузов и порожних вагонов в части контроля сроков доставки необходимо перейти к риск-ориентированному воздействию

на лимитирующие технологические элементы процесса организации перевозок [5]. Ниже представлена концептуальная модель организации продвижения вагонопотоков на основе сквозного контроля сроков доставки грузов. Реализация риск-ориентированного подхода должна обеспечиваться автоматизированным поиском и поддержкой в принятии решений по исполнению максимально эффективных сценариев организации продвижения вагонопотоков в зависимости от сложившейся оперативной обстановки.

Результаты исследования. Для определения общей направленности предлагаемого концептуального подхода к организации сквозного контроля сроков доставки необходимо выделить следующие ключевые положения:

1. Контроль фактического срока доставки на станции за счет оценки выполнения технологических норм времени на операцию.
2. Сквозной риск-ориентированный контроль фактического срока доставки груза и порожних вагонов на всем пути следования.
3. Выдача рекомендаций по ускорению продвижения вагонопотока на основе технико-экономического обоснования.

Предлагаемая концептуальная модель должна базироваться на анализе времени исполнения отдельных технологических операций в процессе технологии организации перевозочного процесса. Ее использование может быть направлено на развитие функциональных возможностей автоматизированной

системы управления станции (АСУ СТ) в части автоматизации оперативного контроля сроков доставки грузов и порожних вагонов на всем пути следования.

Укрупненная схема технологии сквозного риск-ориентированного контроля фактического срока доставки груза на всем пути его следования от станции отправления до станции назначения представлена на рис. 3.

Контроль фактического срока доставки на станции за счет оценки выполнения технологических норм времени на операцию основывается на выявлении причин нарушения технологических норм времени на операции с вагоном и их дальнейшем предотвращении.

Алгоритм контроля (рис. 4) начинается с момента выполнения с вагоном технологических операций. *Фактическое время* выполнения технологической операции ($t_{\text{опер}}^{\text{факт}}$) возможно получить несколькими способами:

- исполнитель в лице работников станции (со-ставители, приемосдатчики, работники служб пункта технического обслуживания и др.) по радиосвязи докладывает о времени начала и окончания операций дежурному по станции (маневровому дежурному). Этот способ считается устаревшим и затрачивает значительную часть времени оперативных работников, что ведет к возможным ошибкам в процессе принятия оперативных управленческих решений;

- оперативные команды передаются и подтверждаются посредством АРМ и мобильных терминалов, параметры технологических операций регистрируются и логически контролируются программными средствами. Документация формируется в электронном виде и передается участникам технологического процесса.

Нормированное время выполнения технологической операции ($t_{\text{опер}}^{\text{норм}}$) в зависимости от типа выполненной операции передается из АСУ СТ. Далее идет сравнение полученных фактических и нормированных значений времени. Если фактическое время не превысило нормативного времени на операцию, то происходит поиск следующего вагона. В противном случае в базу данных АСУ СТ передается вся информация о вагоне и выполненных с ним операциях. На основании полученных данных, если в базе уже существует прецедент на решение возникающего случая, выдается рекомендация по ускорению продвижения вагона. Если технологическое нарушение имеет несистемный характер, информация накапливается для дальнейшей обработки.

Сквозной риск-ориентированный контроль фактического срока доставки груза и порожних вагонов (на каждой станции) основывается на сравнении нормативного срока доставки (T) с суммой текущего времени в пути следования ($T_{\text{тек}}$) и расчетного оставшегося времени срока доставки ($T_{\text{ост}}$).

Таблица

Анализ функций контроля сроков доставки в существующих АСУ

Table

Analysis of delivery time control functions in existing automated control systems

Существующие АСУ	Обобщенные функции по контролю сроков доставки	Недостатки АСУ
Автоматизированная система управления местной работой (АСУ МР)	1. Выдача справки по оперативному контролю срока доставки вагонов: 1.1. С нарушенным сроком доставки. 1.2. В задержанных поездах. 1.3. С истекающим сроком доставки на текущие сутки, в следующие сутки, через двое суток. 1.4. Вагоны без операций более одних суток. 2. Выдача справки с номерами поездов при нарушении (риске нарушения) срока доставки; дата и станция последней операции с поездом.	1. Поступающие данные носят информационно-справочный характер. 2. Получение информации о нарушении (риске нарушения) срока доставки постфактум. 3. Отсутствуют управленческие рекомендации по ускорению продвижения вагонопотока при нарушении (риске нарушения) срока доставки.
Автоматизированная система управления станцией (АСУ СТ)	3. Уточнение информации по каждому поезду с раскрытием телеграммы-натурного листа (ТГНЛ). 4. Цветовое отображение информации по нарушению (при риске нарушения) срока доставки. 5. Фильтр справок по дорогам, регионам управления, станциям	4. Отсутствуют данные о рисках нарушений в разрезе более трех суток (АСУ МР выгружает на трое суток). 5. Принятые решения по ускорению продвижения вагонопотока оперативным персоналом не подтверждены технико-экономическим обоснованием.
Автоматизированная система ведения и анализа графика исполненного движения (ГИД) «Урал-ВНИИЖТ»		6. Отсутствует возможность контроля выполнения нормативов проследования отправки по диспетчерскому участку, региону, дороге
Автоматизированная система «электронная транспортная накладная» (АС ЭТРАН)	Ввод первичной информации и автоматический расчет срока доставки груза	Отсутствует возможность контроля срока доставки груза

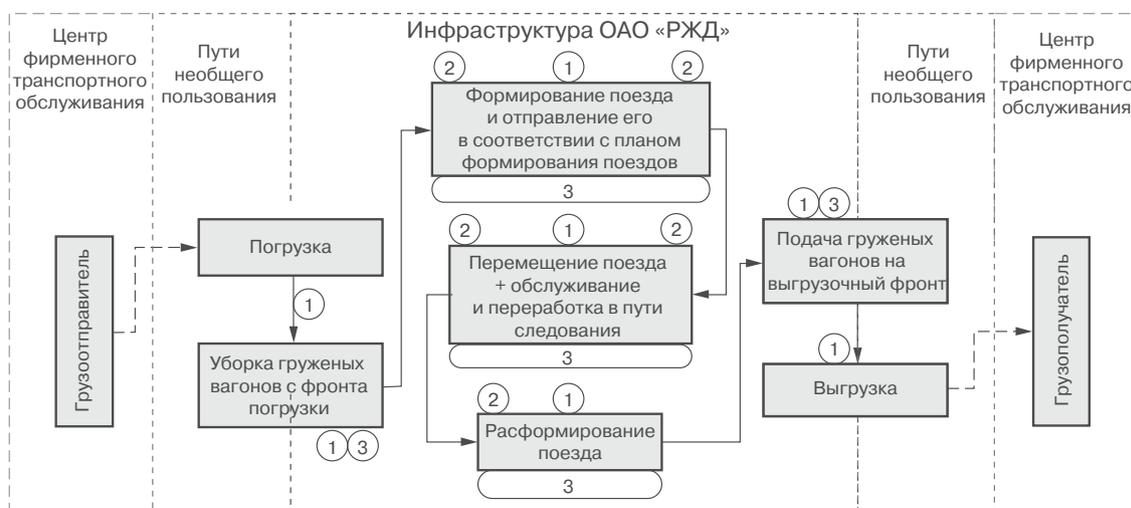


Рис. 3. Укрупненная схема перевозки «грузоотправитель — грузополучатель»:

- ① — контроль фактического срока доставки на станции за счет оценки выполнения технологических норм времени на операцию;
 - ② — сквозной риск-ориентированный контроль фактического срока доставки при прибытии и отправления поезда;
 - ③ — выдача рекомендаций по ускорению продвижения вагонопотока на основе технико-экономического обоснования;
- > — информационный поток; —> — материальный поток

Fig. 3. Enlarged diagram of consignor — consignee transportation:

- ① — control of the actual delivery time to the station by assessing the compliance with the technological standards of operation times;
- ② — end-to-end risk-oriented control of the actual delivery time upon train arrival and departure of the train; ③ — providing recommendations based on the feasibility study to accelerate the advancement of railway traffic; ---> — information flow; —> — material flow

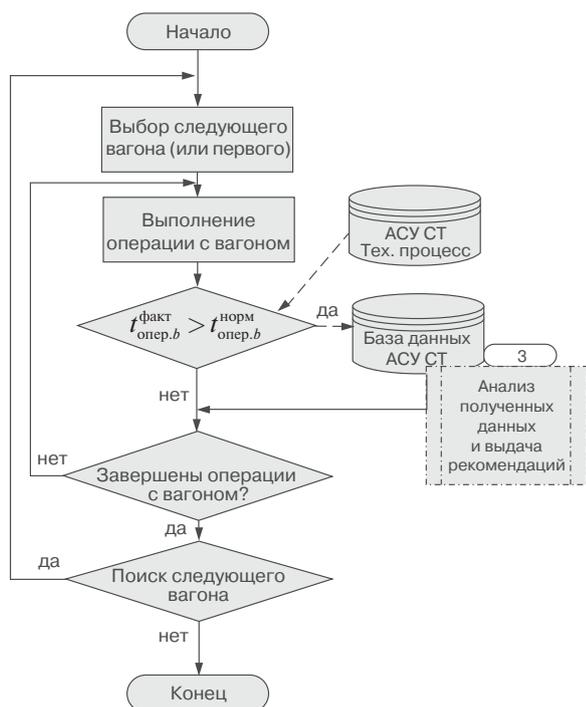


Рис. 4. Алгоритм контроля фактического срока доставки на станции за счет оценки выполнения технологических норм времени на операцию

Fig. 4. Algorithm for controlling the actual delivery time at the station by assessing the compliance with the technological operation time standards

Описание алгоритма сквозного риск-ориентированного контроля фактического срока доставки груза и порожних вагонов, представленного на рис. 5, следующее:

1. При прибытии и отпавлении поезда производится оценка возможного нарушения срока доставки каждого вагона, которая начинается с первого по порядку.

2. С автоматизированной системы оперативного управления перевозками (АСОУП) запрашивается форма ГУ-29ВЦ, содержащая информацию: дата доставки вагона к грузополучателю (ГП); нормативный срок доставки (T); единая сетевая разметка (ЕСР) станции назначения; расстояние маршрута (L).

3. Проверяется условие доставки вагона на станцию назначения: если ЕСР текущей станции совпадает с ЕСР станции назначения, то происходит переход к следующему вагону (пункт 1); если не совпадает — к пункту 4.

4. Из базы данных ГИД «Урал-ВНИИЖТ» и АСУ СТ формируется информация: расстояние оставшегося пути по j -му участку ($L_{уч. j}$); средняя скорость следования по j -му участку ($v_{ср. j}$); время на оставшиеся дополнительные операции ($t_{доп}^{ост}$); текущее время в пути следования ($T_{тек}$); нормативное время нахождения на i -й станции ($t_{ст. i}^{норм}$).

5. Осуществляется расчет оставшегося времени срока доставки, необходимого для проследования вагона до станции назначения:

$$T_{\text{ост}} = t_k + \sum t_{\text{ст.}i}^{\text{норм}} + \sum \frac{L_{\text{уч.}j}}{v_{\text{ср.}j}} + t_{\text{доп}}$$

где t_k — время на конечные операции, сут.

6. Проверяется условие риска нарушения срока доставки путем сравнения нормативного срока доставки (T) с суммой текущего времени в пути следования ($T_{\text{тек}}$) и расчетного фактического оставшегося времени срока доставки ($T_{\text{ост}}$). Если условие не выполняется, то данные передаются в АСУ СТ с дальнейшим анализом и экономически обоснованным выбором мероприятий для ускорения продвижения вагонопотока. Если условие выполняется, то переходим к пункту 7.

7. Происходит проверка существования следующего вагона в составе грузового поезда: если вагон найден, то происходит возврат к пункту 1 алгоритма; если нет — выход из алгоритма.

Выдача рекомендаций по ускорению продвижения вагонопотока на основе технико-экономического обоснования базируется на выборе возможных мероприятий при существующих условиях работы и в режиме online.

Подразумевается создание самообучающегося раздела в АСУ СТ на основании ее базы данных для выбора и принятия рекомендаций по ускорению продвижения вагонопотока. В этом разделе работники могут принимать оперативные управляющие решения, используя следующие способы:

1. Прецедентный — когда в базе уже находится подобный случай.
2. Расчетный — когда в базе не находится прецедент на рассматриваемый случай и следует расчет возможных вариантов с последующей выдачей их оперативным работникам.

3. Оперативные управленческие решения, принимаемые оперативным работником в нестандартных ситуациях исходя из своего профессионального опыта (при невозможности использования прецедентного способа).

Порядок выработки оперативных управленческих решений можно представить в следующей последовательности событий:

1. Выявление случаев нарушения и возможного нарушения сроков доставки, основываясь на приведенных выше алгоритмах.
2. Определение параметров выявленного случая с уточнением характеристики станции.
3. Поиск прецедентного случая выработки оперативных управленческих решений из базы данных АСУ СТ. Происходит их рассмотрение оперативным работником для выбора наилучшего варианта.
4. Переход к выработке оперативных управленческих решений с использованием расчетного способа (при невозможности использования прецедентного способа). Происходит поиск подобных случаев на

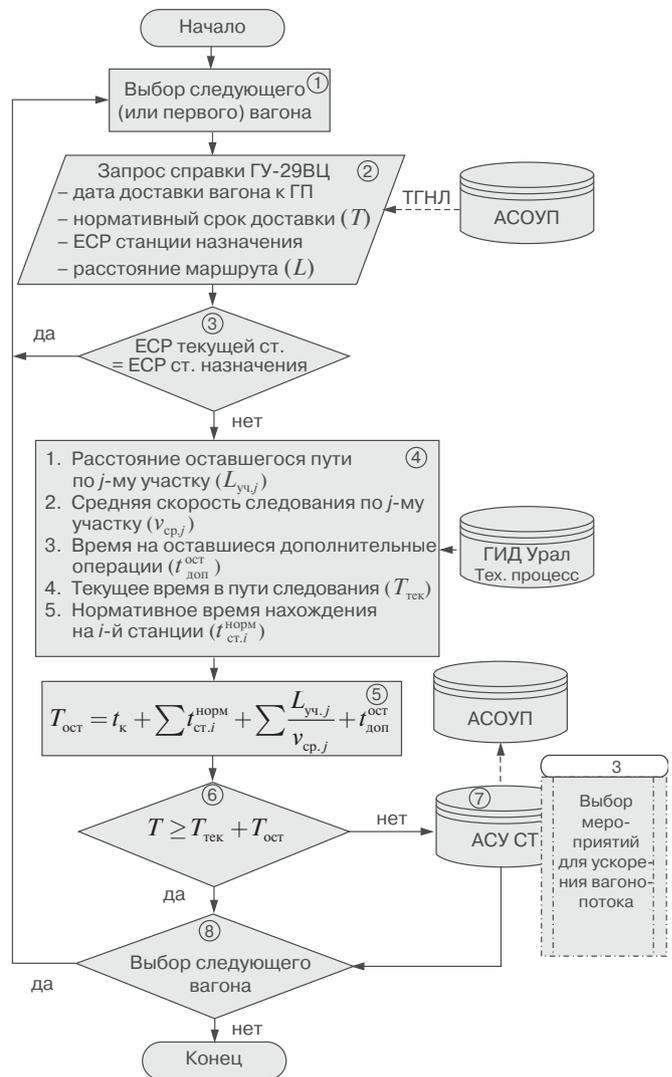


Рис. 5. Алгоритм сквозного риск-ориентированного контроля фактического срока доставки при прибытии и отправлении поезда

Fig. 5. Algorithm for end-to-end risk-oriented control of the actual delivery time at the train arrival and departure

других станциях с возможными решениями. Рассмотрение найденных решений под оперативную обстановку на станции с технико-экономическим обоснованием.

5. Оперативный работник рассматривает предлагаемые решения и выбирает наилучшее.

По мере увеличения продолжительности работы самообучающегося раздела принятия решений будут вырабатываться более точные оперативные управленческие решения и все меньшее количество из них будет требовать вмешательства оперативных работников. Поэтому целесообразно периодически выполнять анализ выработанных оперативными работниками решений в части их корректировки.

Примеры рекомендаций, выдаваемых самообучающимся разделом принятия решений:

- рассмотрение вариантов доставки вагонов на промежуточные станции прицепными группами к транзитным поездам;
- формирование удлиненных сборных поездов, обращающихся между двумя сортировочными станциями;
- пропуск транзитного вагонопотока через обходной путь;
- движение вагонов (транзитных, участковых, местных, порожних) с резервными, маневровыми, диспетчерскими, вывозными и подталкивающими локомотивами;
- календарное планирование погрузки, в первую очередь в местном сообщении, с учетом выгрузочных способностей станций назначения;
- перенос сортировочной работы по формированию (расформированию) части поездов на промежуточные станции;
- оптимизация системы организации вагонопотоков и местной работы на участках;
- оптимизация длины и массы состава поезда и прочие [11, 12, 13].

Заключение. Концептуальная модель организации продвижения вагонопотоков на основе сквозного контроля сроков доставки позволит повысить эффективность перевозочного процесса за счет непрерывного контроля сроков доставки грузов на всем пути следования от станции отправления до станции назначения и возможности принятия оперативных экономически целесообразных управленческих решений, а также минимизировать материальные и временные потери для всех участников рынка грузовых железнодорожных перевозок. Концептуальная модель может быть исполнена в виде отдельного модуля, интегрированного в существующую автоматизированную систему управления станцией.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Стратегия развития холдинга ОАО «РЖД» на период до 2030 г. (основное положение) [Электронный ресурс]: утв. советом директоров ОАО «РЖД» в декабре 2013 г. С. 49. URL: <https://company.rzd.ru/ru/9353/page/105104?id=804> (дата обращения: 24.02.2022).
2. Гордиенко А. А., Зубков В. Н. Своевременная доставка грузов и порожних вагонов как способ повышения конкурентоспособности железных дорог // Альманах мировой науки. 2018. Т. 25, № 5. С. 18–25.
3. Югрин О. П., Казанцева Л. С. Вопросы определения срока доставки грузов на железнодорожном транспорте // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2014. № 4. С. 126–130.
4. Сокращение срока доставки грузов за счет организации движения соединенных грузовых поездов в период предоставления «окон» / О. В. Москвичев [и др.] // Наука и образование транспорту. 2018. № 1. С. 95–97.

5. Осьминин А. Т. О разработке интеллектуальной системы управления перевозочным процессом // Железнодорожный транспорт. 2021. № 3. С. 17–27.
6. Осьминин А. Т., Ададунов С. Е. В рамках цифровой трансформации перевозочного процесса // Железнодорожный транспорт. 2020. № 10. С. 4–10.
7. Концепция реализации комплексного научно-технического проекта «Цифровая железная дорога» / ОАО «РЖД». М.: ОАО «РЖД», 2017. 92 с.
8. Москвичева Е. Е. Цифровая трансформация станционных технологических процессов // Наука и образование транспорту. 2020. № 1. С. 133–135.
9. Ерофеев А. А., Бородин А. Ф. Концепция интеллектуального управления перевозочным процессом и этапность ее реализации // Проблемы безопасности на транспорте: материалы X Междунар. науч.-практ. конф. (Гомель, 26–27 ноября 2020 г.): в 2 ч. / под общ. ред. Ю. И. Кулаженко; Белорусский гос. ун-т транспорта. Гомель: БелГУТ, 2020. Ч. 1. С. 16–20.
10. Москвичев О. В. Информационные технологии и информационно-управляющие системы на магистральном транспорте / Самарский гос. ун-т путей сообщения. Самара: СамГУПС, 2015. 287 с.
11. Технично-технологические модели управления перевозочным процессом / А. Ф. Бородин [и др.] // Железнодорожный транспорт. 2021. № 7. С. 23–27.
12. Комплексная оценка эффективности назначения масс составов грузовых поездов в условиях реализации полигонных технологий / О. В. Москвичев [и др.] // Железнодорожный транспорт. 2018. № 10. С. 9–12.
13. Левин Д. Ю. Диспетчерское управление вагонопотоками // Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте. Компьютерное и математическое моделирование (ИСУЖТ-2019): тр. Восьмой науч.-техн. конф. (Москва, 21 ноября 2019 г.). М.: НИИАС, 2019. С. 51–58.

REFERENCES

1. Strategiya razvitiya kholdinga ОАО “RZhD” na period do 2030 g. (osnovnoe polozhenie) [Development strategy of the Russian Railways holding for the period up to 2030 (Basic provisions)]. Approved by the Board of Directors of Russian Railways in December 2013. P. 49. URL: <https://company.rzd.ru/ru/9353/page/105104?id=804> (access date: 24.02.2022). (In Russ.).
2. Gordienko A. A., Zubkov V. N. Svoevremennaya dostavka грузов i porozhnykh vagonov kak sposob povysheniya konkurentosposobnosti zheleznykh dorog [Timely delivery of cargo and empty cars as a way to increase the competitiveness of railways]. *Al'manakh mirovoy nauki = Almanac of the World Science*. 2018;25(5):18-25. (In Russ.).
3. Yugrina O. P., Kazantseva L. S. Voprosy opredeleniya sroka dostavki грузов na zheleznodorozhnom transporte [Issues of determining the delivery time of goods on railway transport]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyy analiz. Modelirovanie = Modern technologies. System analysis. Modelling*. 2014;(4):126-130. (In Russ.).
4. Moskvichev O. V., Alexandrov V. I., Alexandrov E. V., Mishchenko E. A. Sokrashchenie sroka dostavki грузов za schet organizatsii dvizheniya soedinennykh грузовykh poezdov v period predostavleniya “okon” [Reducing the delivery time of goods by organizing the movement of connected freight trains during the periods of downtime]. *Nauka i obrazovanie transportu = Science and education for transport*. 2018;(1):95-97. (In Russ.).
5. Os'minin A. T. O razrabotke intellektual'noy sistemy upravleniya perevozochnym protsessom [Development of an intelligent system for managing the transportation process]. *Zheleznodorozhnyy transport = Railway Transport*. 2021;(3):17-27. (In Russ.).
6. Os'minin A. T., Adadurov S. E. V ramkakh tsifrovoy transformatsii perevozochnogo protsesssa [In the framework of the digital transformation of the transportation process]. *Zheleznodorozhnyy transport = Railway Transport*. 2020;(10): 4-10. (In Russ.).

7. Kontseptsiya realizatsii kompleksnogo nauchno-tekhnicheskogo proekta "Tsifrovaya zheleznaya doroga" [The concept of the implementation of the integrated scientific and technical project "Digital Railway"]. Moscow: RZhD Publ.; 2017. 92 p. (In Russ.).

8. Moskvicheva E. E. Tsifrovaya transformatsiya stantsionnykh tekhnologicheskikh protsessov [Digital transformation of station technological processes]. *Nauka i obrazovanie transportu = Science and education for transport*. 2020;(1):133-135. (In Russ.).

9. Erofeev A. A., Borodin A. F. Kontseptsiya intellektual'nogo upravleniya perevozhnym protsessom i etapnost' ee realizatsii [The concept of intelligent management of the transportation process and the stages of its implementation]. *Problemy bezopasnosti na transporte*. [Problems of security in transport]. Proc. of the X Int. scientific-practical. conf. (Gomel, November 26–27, 2020). Gomel: BelGUT Publ.; 2020. Part 1. P. 16–20. (In Russ.).

10. Moskvichev O. V. Informatsionnye tekhnologii i informatsionno-upravlyayushchie sistemy na magistral'nom transporte [Information technologies and information and control systems on the mainline transport]. Samara: SamGUPS Publ.; 2015. 287 p. (In Russ.).

11. Borodin A. F., Panin V. V., Maksimova E. S., Lakhankin E. A. Tekhniko-tekhnologicheskie modeli upravleniya perevozhnym protsessom [Technical and technological models for managing the transportation process]. *Zheleznodorozhnyy transport = Railway Transport*. 2021;(7):23-27. (In Russ.).

12. Moskvichev O. V., Alexandrov V. I., Alexandrov E. V., Mishchenko E. A. Kompleksnaya otsenka effektivnosti naznacheniya mass sostavov gruzovykh poezdov v usloviyakh realizatsii poligonnykh tekhnologii [Comprehensive assessment of the effectiveness of assigning the masses of freight trains in the conditions of the implementation of polygon technologies]. *Zheleznodorozhnyy transport = Railway Transport*. 2018;(10):9-12. (In Russ.).

13. Levin D. Yu. Dispatcherskoe upravlenie vagonopotokami [Dispatch control of car flows]. *Intellektual'nye sistemy upravleniya na zheleznodorozhnom transporte. Komp'yuternoe i matematicheskoe modelirovanie (ISUZhT-2019)* [Intelligent control systems in railway transport. Computer and mathematical modelling (ISUZhT-2019)]. Proc. of Eighth scientific and technical. conf. (Moscow, November 21, 2019). Moscow: NIIAS Publ.; 2019. P. 51–58. (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Олег Валерьевич МОСКВИЧЕВ,

д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Управление эксплуатационной работой», Самарский государственный университет путей сообщения (СамГУПС, 443066, г. Самара, ул. Свободы, д. 2в), moskvichev063@yandex.ru, AuthorID: 388509, <https://doi.org/0000-0002-3423-1451>

Екатерина Алексеевна МИЩЕНКО,

старший преподаватель, кафедра «Управление эксплуатационной работой», Самарский государственный университет путей сообщения (СамГУПС, 443066, г. Самара, ул. Свободы, д. 2в), AuthorID: 944234; <https://doi.org/0000-0003-3700-2141>

Сергей Николаевич ТИТАРЕНКО,

канд. техн. наук, начальник Куйбышевской дирекции управления движением, Центральная дирекция управления движением — филиал ОАО «РЖД» (443041, г. Самара, ул. Льва Толстого, д. 146).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Oleg V. MOSKVICHEV,

Dr. of Sci. (Engineering), Associate Professor, Head of the Operations Management Department, Samara State Transport University

(443066, Samara, 2v, Svobody St.), moskvichev063@yandex.ru, Author ID: 388509, <https://doi.org/0000-0002-3423-1451>

Ekaterina A. MISCHENKO,

Senior Lecturer, Operations Management Department, Samara State Transport University (443066, Samara, 2v, Svobody St.), Author ID: 944234; <https://doi.org/0000-0003-3700-2141>

Sergei N. TITARENKO,

Cand. of Sci. (Engineering), Head of the Kuibyshev Directorate of Traffic Control, Central Directorate of Traffic Control — branch of Russian Railways Company (443041, Samara, 146, Lev Tolstoy St.)

ВКЛАД АВТОРОВ

Олег Валерьевич МОСКВИЧЕВ. Формирование идеи, развитие ключевых целей и задач, внесение замечаний интеллектуального содержания и критический пересмотр (25%).

Екатерина Алексеевна МИЩЕНКО. Разработка предложенной концепции, формулировка ключевых целей и задач, проведение исследования, анализ и интерпретация полученных данных, составление черновика статьи (50%).

Сергей Николаевич ТИТАРЕНКО. Сбор и предоставление данных для написания статьи, анализ практической ценности предложенной концептуальной модели для компании ОАО «РЖД» (25%).

CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

Oleg V. MOSKVICHEV. Idea generation, development of key goals and objectives, making comments of intellectual content and critical review (25%).

Ekaterina A. MISCHENKO. Development of the proposed concept, formulation of key goals and objectives, research, analysis and interpretation of the obtained data, drafting of the article (50%).

Sergey N. TITARENKO. Collection and provision of article data, analysis of the practical value of the proposed conceptual model for the Russian Railways Company (25%).

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

The authors have read and approved the final manuscript.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах. Конфликт интересов отсутствует.

Financial transparency: the authors have no financial interest in the presented materials and methods. There is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 04.03.2022, первая рецензия получена 19.04.2022, вторая рецензия получена 24.04.2022, принята к публикации 27.05.2022.

The article was submitted 04.03.2022, first review received 19.04.2022, second review received 24.04.2022, accepted for publication 27.05.2022.