

НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ЛОГИСТИКА И УПРАВЛЕНИЕ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК



Том 20, Выпуск №2 (108)
2023



РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА РУТ (МИИТ)



ИНСТИТУТ
УПРАВЛЕНИЯ
И ЦИФРОВЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ

Логистика и управление цепями поставок

2023 Том 20, выпуск 3 (108)

Ознакомиться с содержанием вышедших номеров можно на сайте научно-электронной библиотеки elibrary.ru или на сайте <http://www.lscm.ru/index.php/ru/>

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Розенберг И.Н. д.т.н., профессор, чл.-корр. РАН (Россия)
Кузьмин Д.В. к.т.н., доцент (Россия)
Аврамович З.Ж. д.т.н., профессор (Сербия)
Апатцев В.И. д.т.н., профессор (Россия)
Багинова В.В. д.т.н., профессор (Россия)
Баранов Л.А. д.т.н., профессор (Россия)
Бекжанова С.Е. д.т.н., профессор (Казахстан)
Бородин А.Ф. д.т.н., профессор (Россия)
Вакуленко С.П. к.т.н., профессор (Россия)
Герامي В.Д. д.т.н., профессор (Россия)
Дыбская В.В. д.э.н., профессор (Россия)
Заречкин Е.Ю. к.филос.н. (Россия)
Илесалиев Д.И. д.т.н., профессор (Узбекистан)
Корнилов С.Н. д.т.н., профессор (Россия)
Мамаев Э. А. д.т.н., профессор (Россия)
Петров М.Б. д.т.н., профессор (Россия)
Рахмангулов А.Н. д.т.н., профессор (Россия)
Сергеев В.И. д.э.н., профессор (Россия)
Сидоренко В.Г. д.т.н., профессор (Россия)

РЕДАКЦИЯ

Главный редактор:

Розенберг Игорь Наумович

Заместитель главного редактора:

Кузьмин Дмитрий Владимирович

Редакционный совет:

Апатцев Владимир Иванович
Багинова Вера Владимировна
Баранов Леонид Аврамович
Вакуленко Сергей Петрович
Заречкин Евгений Юрьевич

Компьютерная верстка:

Мусатов Дмитрий Вадимович

© ЛОГИСТИКА И УПРАВЛЕНИЕ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК

Учредитель - Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта» (127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9)

Адрес редакции: 127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, ГУК-1, ауд. 1203

Тел: +7 (495) 684 - 29 - 07

URL: <http://www.lscm.ru/index.php/ru/>

E-mail: transportjournal@yandex.ru

Журнал выходит 4 раза в год. Номер подписан в печать 25.07.2023. Тираж 150 экземпляров.

Отпечатано с оригинал-макета в типографии Юридического института МИИТ, 127994, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр.9

* Изображение на обложке сгенерировано нейронной сетью Kandinsky 2.1 по запросу «Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов»

Logistics and Supply Chain Management

2023 Vol. 20, Iss. 3 (108)

The full texts in Russian and key information in English are also available at the Website of the Russian scientific electronic library at <https://www.elibrary.ru> (upon free registration).

Journal web-site - <http://www.lscm.ru/index.php/ru/>

EDITORIAL BOARD

Igor N. Rozenberg, D.Sc. (Eng), Professor, Corresponding member of the RAS (Russia)

Dmitry V. Kuzmin, PhD, Associate Professor (Russia)

Zoran J. Avramovich, D.Sc. (Eng), Professor (Serbia)

Vladimir I. Apattsev, D.Sc. (Eng), Professor (Russia)

Vera V. Baginova, D.Sc. (Eng), Professor (Russia)

Leonid A. Baranov, D.Sc. (Eng), Professor (Russia)

Saule E. Bekzhanova, D.Sc. (Eng), Professor (Kazakhstan)

Andrey F. Borodin, D.Sc. (Eng), Professor (Russia)

Sergey P. Vakulenko, D.Sc. (Eng), Professor (Russia)

Victoria D. Gerami, D.Sc. (Eng), Professor (Russia)

Valentina V. Dybskaya, D.Sc. (Econ), Professor (Russia)

Evgeny Y. Zarechkin, PhD, (Ph), (Russia)

Daurenbek I. Ilesaliev, D.Sc. (Eng), Professor (Uzbekistan)

Sergey N. Kornilov, D.Sc. (Eng), Professor (Russia)

Enver A. Mamaev, D.Sc. (Eng), Professor (Russia)

Mikhail B. Petrov, D.Sc. (Eng), Professor (Russia)

Alexander N. Rakhmangulov, D.Sc. (Eng), Professor (Russia)

Victor I. Sergeev, D.Sc. (Econ), Professor (Russia)

Valentina G. Sidorenko, D.Sc. (Eng), Professor (Russia)

EDITORIAL OFFICE

Editor-in-Chief:

Rozenberg N. Igor

Deputy Editor-in-Chief:

Kuzmin V. Dmitry

Editorial Board:

Vladimir I. Apattsev

Vera V. Baginova

Leonid A. Baranov

Sergey P. Vakulenko

Evgeny Y. Zarechkin

Dmitry V. Kuzmin

Computer layout:

Dmitrii V. Musatov

© LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Founder - Federal state autonomous educational institution of higher education «Russian University of Transport» (127994, Moscow, Obraztsova STR., 9, building 9,)

Editorship address: 127994, Moscow, Obraztsova STR., 9, building 9, office 1203

Phone number: +7 (495) 684 - 29 - 07

URL: <http://www.lscm.ru/index.php/ru/>

E-mail: transportjournal@yandex.ru

The journal is published 4 times a year. The number was signed to the press on 25/07/2023. The circulation is 150 copies.

Printed from the original layout in the printing house MIIT Law Institute, 127994, Moscow, Obraztsova str., 9, p.9

СОДЕРЖАНИЕ

Нутович В.Е., Тулина Т.В.

Методы и модели для построения логистического навигатора грузовой перевозки4

Цветков В.Я.

Информационное каскадирование при управлении перевозками12

Васильева М.А.

Разработка через тестирование Автоматизированной системы выбора энергооптимальных режимов управления электроподвижным составом метрополитена21

Дубчак И.А.

Темпоральный подход для решения задач логистики31

Лаханкин Е.А.

Развитие методических подходов к автоматизации планирования наряд-заказа на содержание эксплуатируемого и рабочего парков локомотивов грузового движения42

Панин В.В.

Комплексные меры по повышению эффективности использования инфраструктуры и росту провозной способности полигонов российских железных дорог50

Информация для авторов.....60

CONTENTS

Nutovich V.E., Tulina T.V.

Methods and models for building a logistics navigator for freight transportation.....4

Tsvetkov V.Ya.

Information cascading in transportation management12

Vasilyeva M.A.

Development through testing of an automated system for selecting energy-optimal control modes for electric rolling stock of the metro21

Dubchak I.A.

Temporal approach for solving logistics problems31

Lakhankin E.A.

Development of methodological approaches to automation of work order planning for maintenance of operated and working fleets of freight locomotives42

Panin V.V.

Comprehensive measures to improve the efficiency of infrastructure use and increase the carrying capacity of landfills of Russian railways.50

Information for authors.....60

МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОГО НАВИГАТОРА ГРУЗОВОЙ ПЕРЕВОЗКИ

Нутович В.Е.¹, Тулина Т.В.¹

¹ Российский университет транспорта

Аннотация: Получение оптимального маршрута грузоперевозки по заданным критериям является трудоемким процессом как для грузоотправителей, так и для экспедиторов, так как предполагает построение маршрутов, анализ маршрута в соответствии с заданными критериями, расчет итоговой стоимости в соответствии с тарифами перевозчиков и транспортных зон, таможенными сборами, дополнительными услугами. Сегодня отсутствует программное решение, которое позволяет построить оптимальный логистический маршрут с применением различных видов транспорта, а также получить все возможные варианты маршрутов согласно заданным критериям. В статье предложено создание логистического навигатора грузовой перевозки, определена его модель в виде «черного ящика», описаны входные и выходные параметры навигатора, определены данные, составляющие нормативно-справочную информацию навигатора, необходимую для анализа и принятия решения, определен алгоритм работы навигатора. В завершение сформулированы преимущества, полученные от внедрения логистического навигатора в контексте текущих проблем и таких перспективных решений, как реализация интеллектуального анализа потоков транспортных коридоров по видам транспорта и грузов, прогноза загрузки объектов инфраструктуры, расширение функционала логистического навигатора для сбора аналитики по состоянию объектов транспортной инфраструктуры органами власти. Исследованы нормативные акты и справочники, регламентирующие процесс грузоперевозки для авиационного, морского, железнодорожного и автомобильного видов транспорта, классификаторы в различных автоматизированных системах работы с перевозочными документами, произведена классификация объектов нормативно-справочной информации логистического навигатора, описан контекст применения различных объектов нормативно-справочной информации. В результате исследования была построена структура нормативно-справочной информации логистического навигатора, определена логика решения задачи по поиску оптимального маршрута и расчету стоимости перевозки.

Ключевые слова: логистический навигатор, оптимальный маршрут, электронный паспорт объекта транспортной инфраструктуры.

© Нутович В.Е., Тулина Т.В.

Поступила 09.06.2023, одобрена после рецензирования 10.10.2023, принята к публикации 10.10.2023.

Для цитирования:

Нутович В.Е., Тулина Т.В. Методы и модели для построения логистического навигатора грузовой перевозки // Логистика и управление транспортными системами. - 2023. - Т. 20, №3 (108). - С. 4–11.

Нутович В.Е. - к.т.н., доцент, начальник научно-образовательного центра «Интеллектуальные транспортные системы и технологии», заведующий кафедрой «Цифровые технологии управления транспортными процессами», «Российский университет транспорта». nutovich@mail.ru.

Тулина Т.В. - аспирант, кафедра «Цифровые технологии управления транспортными процессами». «Российский университет транспорта». tat.tulina1998@yandex.ru.

METHODS AND MODELS FOR BUILDING A LOGISTICS NAVIGATOR FOR FREIGHT TRANSPORTATION

Nutovich V.E.¹, Tulina T.V.¹

¹ Russian University of Transport

Abstract: Obtaining the optimal route for cargo transportation according to specified criteria is a laborious process for both shippers and forwarders, as it involves building routes, analyzing the route in accordance with specified criteria, calculating the final cost in accordance with the tariffs of carriers and transport zones, customs duties, additional services. Today there is no software solution that allows you to build an optimal logistics route using various modes of transport, as well as get all possible route options according to specified criteria. The article proposes the creation of a logistics navigator for freight transportation, defines its model in the form of a «black box», describes the input and output parameters of the navigator, defines the data that make up the reference information of the navigator necessary for analysis and decision-making, and defines the algorithm of the navigator. In conclusion, the advantages obtained from the implementation of the logistics navigator in the context of current problems and such promising solutions as the implementation of intelligent analysis of the flows of transport corridors by type of transport and cargo, forecasting the loading of infrastructure facilities, expanding the functionality of the logistics navigator to collect analytics on the state of transport infrastructure facilities are formulated. authorities. The regulations and reference books regulating the process of cargo transportation for aviation, sea, rail and road modes of transport, classifiers in various automated systems for working with transportation documents are studied, the classification of objects of regulatory and reference information of the logistics navigator is made, the context of the application of various objects of regulatory and reference information is described. As a result of the study, the structure of the regulatory and reference information of the logistics navigator was built, the logic for solving the problem of finding the optimal route and calculating the cost of transportation was determined.

Keywords: logistic navigator, optimal route, electronic passport of the transport infrastructure object.

© Nutovich V.E., Tulina T.V.

Received 09.06.2023, approved 10.10.2023, accepted for publication 10.10.2023.

For citation:

Nutovich V.E., Tulina T.V. Methods and models for building a logistics navigator for freight transportation. Logistics and Supply Chain Management. 2023. Vol 20, Iss 3 (108). pp.4-11.

Nutovich V.E. - Cand. of Eng. Sc., Associate Professor, Head of the Scientific and Educational Center «Intelligent Transport Systems and Technologies», Head of the Department «Digital Technologies for Transport Process Management». scientific and educational center «Intelligent transport systems and technologies», department «Digital technologies for managing transport processes». «Russian University of Transport», nutovich@mail.ru.

Tulina T.V. - department «Digital technologies for managing transport processes». «Russian University of Transport». tat.tulina1998@yandex.ru.

Для получения оптимального логистического маршрута грузоотправителю необходимо определить цепочку доставки груза с привлечением различных перевозчиков, рассчитать стоимость и сроки доставки, заключить договоры на перевозку или воспользоваться услугами экспедиторов. В целях сокращения трудозатрат грузоотправителей и экспедиторов на поиск оптимального логистического маршрута в соответствии с заданными

критериями предлагается введение Логистического навигатора.

Модель логистического навигатора имеет на входе параметры и критерии перевозки, а также необходимую для принятия решения нормативно-справочную информацию, а на выходе - оптимальный маршрут и причастных перевозчиков (Рисунок 1). (Нутович В.Е., 2022)

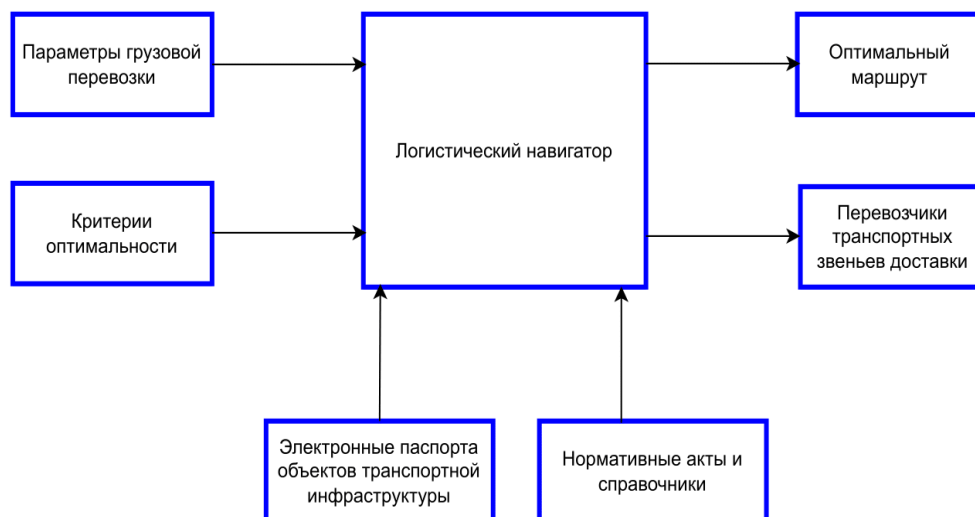


Рисунок 1. Модель Логистического навигатора

К **параметрам грузовой перевозки** относятся место отправления, место назначения, дата отправления, наименование груза, вид упаковки, габариты груза, сопровождение груза, тип заказчика (физическое или юридическое лицо), необходимость оборудования для перевозки.

Среди критериев оптимальности грузовой перевозки выделены срок доставки и стоимость перевозки.

К объектам транспортной инфраструктуры можно отнести как непосредственно элементы инфраструктуры: автомобильные дороги, железнодорожные пути, морские, речные порты и другие, так и транспортные средства: автомобили, вагоны, суда и т.д. Виды объектов транспортной инфраструктуры представлены на Рисунке 2.

Инфраструктура	Транспорт
• Автомобильные дороги, мосты • Железнодорожные станции, пути • Морские порты • Речные порты • Аэродромы	• Автомобили, прицепы • Железнодорожный подвижной состав • Контейнеры • Авиатранспорт • Судно

Рисунок 2. Объекты транспортной инфраструктуры

Для работы Логистического навигатора недостаточен просто перечень объектов и компаний, необходимо их формализованное описание. В связи с этим модель Логистического навигатора включает электронные паспорта выше указанных объектов.

Для принятия решений логистическому навигатору также необходимы нормативные акты: транспортные инструкции, правила и другие.

Например, для учета транспортного сопровождения необходимо руководствоваться Перечнем грузов, требующих обязательного

сопровождения в пути следования, а для учета вида упаковки - Перечнем грузов, подлежащих обязательной дополнительной упаковке, жесткой упаковке и т.д.

Объекты транспортной инфраструктуры, компании, нормативные акты и справочники после их формализации можно объединить в единую нормативно-справочную информацию (далее – НСИ). Структура НСИ Логистического навигатора приведена на Рисунке 3. (Правительство РФ, 2020) (Минтранс РФ, 2020) (Минтранс РФ, 2007)

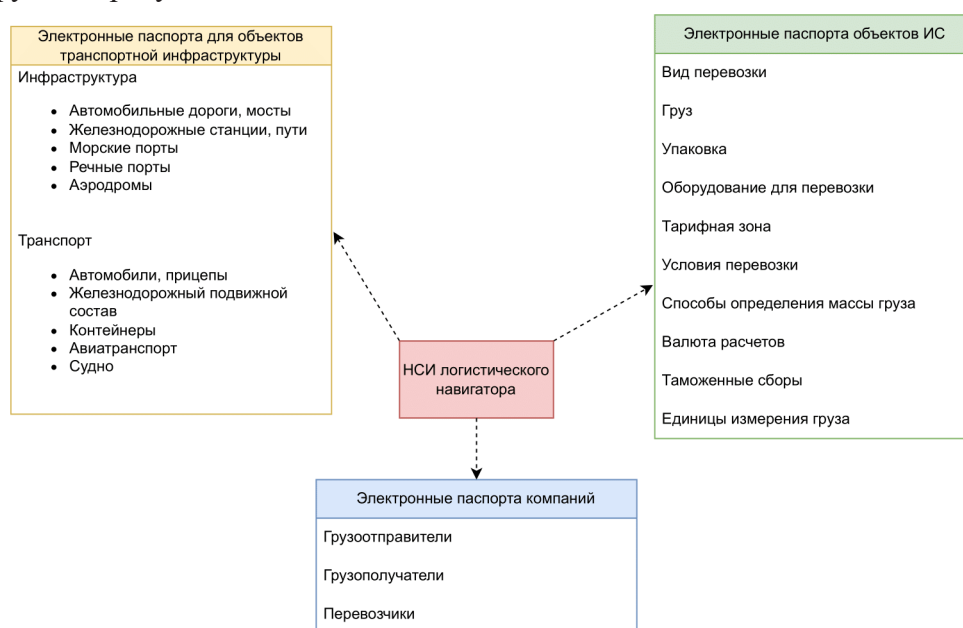


Рисунок 3. НСИ логистического навигатора

Так объект Грузы отражает данные о физических свойствах груза, негабаритности, необходимости дополнительного оборудования, необходимости обеспечения дополнительных условий хранения и перевозки груза; объект Упаковка – данные о типах упаковки, применимых к данному грузу в соответствии с габаритами груза, его физическим состоянием и т.п.; объект Оборудование для перевозки отображает перечень необходимого оборудования для транспортировки, погрузки данного груза; объект Тарифная зона – отражает стоимость перевозки для каждого транспортного звена логистической цепочки; Условия перевозки – данные о температурном режиме, типах транспортных средств, дополнительном техническом оборудовании в транспортном средстве и т.п.

Объекты Способы определения массы груза и Единицы измерения груза позволяют получить количество груза в заданных единицах измерения для последующего расчета массы транспортного средства для организации безопасной перевозки. Объект Валюта расчетов отражает курсы валют для определения итоговой стоимости в случае осуществления международной перевозки, объект Таможенные сборы отражает данные для учета стоимости перемещения товаров через таможенную границу.

При наличии необходимых справочных данных может быть определен алгоритм работы логистического навигатора, см. Рисунок 4.

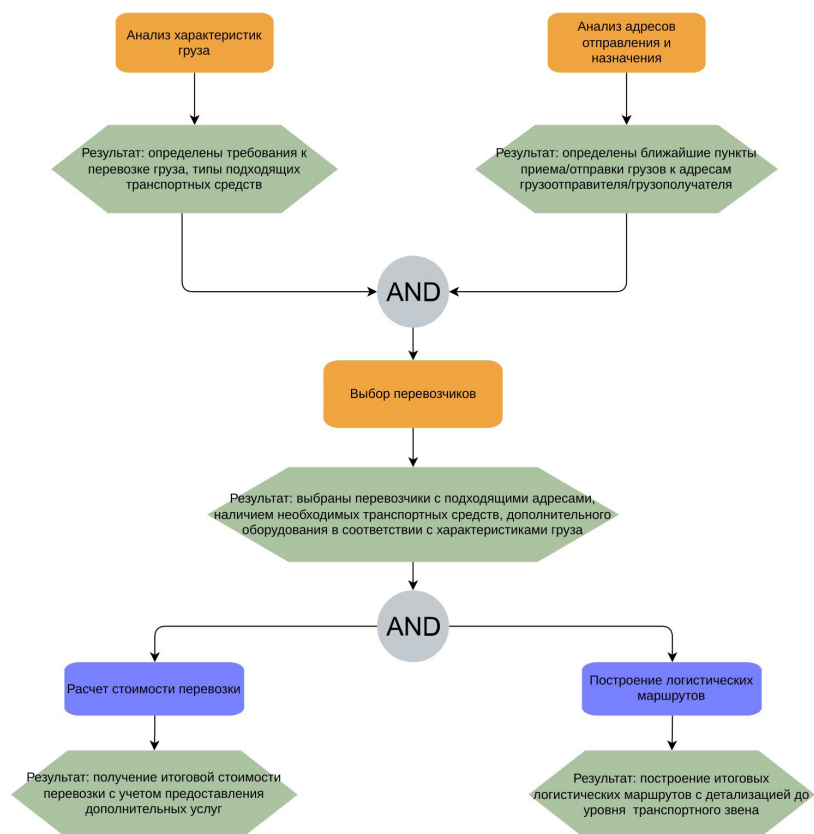


Рисунок 4. Алгоритм работы логистического навигатора

Для обеспечения функционирования модель Логистического навигатора предусматривает реализацию сервисов интеллектуального анализа потоков транспортных коридоров по видам транспорта и грузов, прогноза загрузки объектов инфраструктуры. При развитии функции Логистического навигатора возможно построение функциональной возможности по определению необходимости ремонта объ-

ектов инфраструктуры, модернизации и строительства новых.

Таким образом, внедрение логистического навигатора позволит не только удовлетворять потребности клиентов в поиске оптимального маршрута, но и может стать базой для сбора аналитики органами власти для последующего принятия управленческих решений.

Список источников:

1. Минтранс РФ, 2007. «Об утверждении Федеральных авиационных правил «Общие правила воздушных перевозок пассажиров, багажа, грузов и требования к обслуживанию пассажиров, грузоотправителей, грузополучателей». Приказ Минтранса России от 28.06.2007 N 82 (ред. от 15.09.2020).
2. Минтранс РФ, 2020. Правила перевозок грузов, порожних грузовых вагонов железнодорожным транспортом, содержащие порядок переадресовки перевозимых грузов, порожних грузовых вагонов с изменением грузополучателя и (или) железнодорожной станции назначения, составления актов при перевозках грузов, порожних грузовых вагонов железнодорожным транспортом, составления транспортной железнодорожной накладной, сроки и порядок хранения грузов, контейнеров на железнодорожной станции назначения. Приказ Минтранса России от 27.06.2020 N 256.

3. Нутович В.Е., 2022. Цифровая трансформация транспорта: проблемы и перспективы. Москва, Россия.
4. Правительство РФ, 2020. Постановление Правительства РФ от 21.12.2020 N 2200 (ред. от 30.12.2022) «Об утверждении Правил перевозок грузов автомобильным транспортом и о внесении изменений в пункт 2.1.1 Правил дорожного движения Российской Федерации».

References:

1. Ministry of Transport of the Russian Federation, 2007. Order of the Ministry of Transport of Russia dated June 28, 2007 N 82 (as amended on September 15, 2020) No. 82 dated June 28, 2007.
2. RF Ministry of Transport, 2020 consignment note, terms and procedure for storage of goods, containers at the railway station of destination. Order of the Ministry of Transport of Russia dated June 27, 2020 N 256.
3. Nutovich V.E., 2022. Digital transformation of transport: problems and prospects. Moscow, Russia.
4. Government of the Russian Federation, 2020. Decree of the Government of the Russian Federation of December 21, 2020 N 2200 «On approval of the Rules for the carriage of goods by road and on amendments to paragraph 2.1.1 of the Rules of the road of the Russian Federation».

ИНФОРМАЦИОННОЕ КАСКАДИРОВАНИЕ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПЕРЕВОЗКАМИ

Цветков В.Я.¹

¹ Российский университет транспорта

Аннотация: Цель работы исследование применение информационного каскадирования в управлении перевозочными процессами. Исследуется модель «сложные перевозки». Она включает мультимодальные перевозки, интермодальные перевозки, перевозки внутри мегаполиса и в пригородах мегаполиса. Для сложных перевозок характерно большое количество разнородной информации. такой информационный комплекс часто исключает применение алгоритмических методов для управления. информационное каскадирование относится к методам поддержки принятия решений. Это множественный эвристический метод, уменьшающий индивидуальные ошибки и не рациональные альтернативы. Показано различие проектной каскадной моделью и информационным каскадом. Описаны два направления применения информационного каскада. Информационное каскадирование позволяет вырабатывать более надежный план перевозок и накапливать опыт реализации перевозок в сложных условиях.

Ключевые слова: транспорт, логистика, сложные перевозки, управление перевозками, информационный каскад, информационное каскадирование.

© Цветков В.Я.

Поступила 26.10.2023, одобрена после рецензирования 13.11.2023, принята к публикации: 13.11.2023.

Для цитирования:

Цветков В.Я. Информационное каскадирование при управлении перевозками. // Логистика и управление транспортными системами. - 2023. - Т. 20, №3 (108). - С. 12–20.

Цветков В.Я., д.т.н., профессор, заместитель директора по науке Юридического института ФГА-ОУ ВО Российский университет транспорта. г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9. e-mail: cvj2@mail.ru.

INFORMATION CASCADING IN TRANSPORTATION MANAGEMENT

Tsvetkov V. Ya.¹¹ Russian University of Transport

Abstract: The purpose of the work is to study the use of information cascading in the management of transportation processes. The “complex transportation” model is studied. It includes multimodal transportation, intermodal transportation, transportation within the metropolis and in the suburbs of the metropolis. Complex transportation is characterized by a large amount of heterogeneous information. such an information complex often excludes the use of algorithmic methods for management. information cascading refers to decision support methods. This is a multiple heuristic method that reduces individual errors and non-rational alternatives. The difference between the design cascade model and the information cascade is shown. Two directions of application of the information cascade are described. Information cascading allows you to develop a more reliable transportation plan and accumulate experience in implementing transportation in difficult conditions.

Keywords: transport, logistics, complex transportation, transportation management, information cascade, information cascading.

© Tsvetkov V. Ya.

Received 26.10.2023, approved 13.11.2023, accepted for publication 13.11.2023.

For citation:

Tsvetkov V.Ya. Information cascading in transportation management. Logistics and Supply Chain Management. 2023. Vol 20, Iss 2 (108). pp. 12-20.

Tsvetkov V. Ya., Doctor of Technical Sciences, Professor, Deputy Director for Science of the Law Institute of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Russian University of Transport. Moscow, Obraztsova str., 9, building 9. e-mail: cvj2@mail.ru

Введение

Существует постоянная тенденция роста объема грузоперевозок [1-3]. Она обуславливает не только увеличение мощности транспорта, но и совершенствование процессов, поддерживающих перевозки. Среди разных видов перевозок следует выделить «сложные перевозки», обладающие повышенной сложностью управления. Сложные перевозки это такие, управление которыми выходит за рамки типовых транспортных задач и само является сложным. Примером являются интермодальные и мультимодальные перевозки. Такие перевозки существуют в рамках мегаполиса [4, 5] и перевозки «мегаполис -пригород». Сложность управления перевозками создают повышенные требования к экологии и отходам от транспортных перевозок. Дополнительную сложность к перевозкам создают требования к социально значимым перевоз-

кам. Дополнительную сложность к перевозкам создают сетевые и групповые перевозки. Актуальными задачами перевозочного процесса являются: снижение риска, увеличение трафика, снижение экологической нагрузки на окружающую среду, снижение стоимости перевозок, улучшение качества предоставляемых услуг. Возрастание требований к перевозкам, повышение эффективности перевозок и снижения рисков требует комплексного подхода управления такими перевозками. Совершенствования сложных перевозок заключается в максимальном использовании новейших технологий коммуникации и управления, включая эвристические, интеллектуальные и кибернетические методы. Одним из коммуникационных подходов повышающим эффективность и снижающим риски является информационное каскадирование.

Сложные перевозки

К сложным перевозкам относятся мультимодальные перевозки [6, 7], которые для перевозки одного груза применяют разные виды транспорта. Заказчик при такой перевозке может привлекать несколько компаний. Данный вид перевозки применяют также для доставки негабаритных грузов по территории страны, когда отсутствует возможность использовать один вид транспорта. Кроме мультимодальных перевозок к сложным перевозкам относят интермодальные грузоперевозки [8]. В России их иногда считают синонимами [9], но за рубежом четко различают [10, 11].

В интермодальных грузовых перевозках груз обязательно перевозят в интермодальном контейнере [11] с использованием нескольких видов транспорта, но без обработки самого груза при смене режима. По существу, этот синоним контейнерной перевозки, но не в любом контейнере, а только в интермодальном. Тако вид сокращает погрузочно-разгрузочные работы, повышает сохранность груза и позволяет быстрее их транспортировать. Интермодальные перевозки зародились в 18 веке в Англии [11] еще до появления железных дорог

При мультимодальной перевозке одна логистическая компания несет всю ответственность. Следовательно, вся ответственность за сохранность груза лежит на ней. Даже при смене транспортного средства перевозка осуществляется по одному договору [9]. В интермодальных перевозках при смене транспорта приходит новый экспедитор, который курирует груз. В этой ситуации ответственность при передаче груза переходит по цепочке. Заказчику нужно оформлять не одну, а целый ряд доверенностей, что крайне тормозит и еще больше усложняет процесс доставки груза. Поэтому интермодальные перевозки практикуют чаще всего с привлечением железнодорожного транспорта.

При заключении договора об интермодальных перевозках нужна комплексная информация о кампаниях, об условиях перевозки, о возможных рисках и потенциальных задержках, об оперативности работы разных экспедиционных кампаний. Также важная информация о стабильности и экономическом состоянии кампаний экспедиторов. Другими словами, кроме технической и экономической информации требуется социальная и инсти-

туциональная информация. Это приводит к необходимости комплексной обработки информации до заключения договора и оперативного контроля информации в процессе перевозки. Сложность управления при этих перевозках обусловлена разными принципами работы разных видов транспорта. Такая комплексность информации и сложность ситуации мотивирует применение информационного каскада при управлении такими перевозками.

Сложные перевозки обусловлены перемещением по сети. Существует понятие мультимодальная транспортная сеть [12]. Наиболее сложное сетевое движение существует в мегаполисах и пригородах мегаполиса. Дополнительной проблемой при перевозках по сети является задача выбора маршрута при мультимодальных перевозках [13, 14].

Для мегаполиса необходимо учитывать закономерности состояния транспортной сети и распределение нагрузки на ее участках. Не учет таких закономерностей приводит к возникновению транспортных пробок, перегрузке отдельных участков сети мегаполиса, повышению риска перевозок, экологической нестабильности. Для нахождения оптимальных стратегий управления транспортной сетью мегаполиса и логистикой в сети необходимо учитывать большой объем информации, характеризующей транспортный поток

в настоящем и будущем. Следует выделить несколько важных факторов организации перевозок в мегаполисе [15]

- Транспортный поток мегаполиса вариативен во времени. Получение четкой информации о нем практически невозможно.
- Критерии управления транспортом в мегаполисе противоречивы
- Условия движения в мегаполисе могут меняться непредсказуемо из-за каскадных эффектов или явления перколяции.
- Перепланировка перекрестков или групп перекрестков, расширение проезжей части (путей), изменения режимов движения (окна).

Трудности формализации транспортных потоков мегаполиса являются объективной причиной невозможности решения четкой задачи управления ими на основе детерминированных моделей. Решение такой задачи требует интеллектуальных методов [16] или эвристических методов [12, 13] типа использования центра управления перевозками.

Для решения задач мультимодальных перевозок, перевозок в мегаполисе, включая беспилотное движение, необходимо обобщать всесторонний опыт движения в сложных ситуациях. Одним из средств такого учета и использования опыта является информационное каскадирование.

Сравнение проектной и информационной модели каскадирования.

Информационное каскадирование относится к области коммуникационных технологий и информационного моделирования. Коммуникационные технологии выполняют роль поддержки управленческих и перевозочных процессов. Информационное каскадирование использует специфическую каскадную модель. Проектирование жизненного цикла использует каскадную модель. Но эти модели отличаются. Сетевые системы являются основой сложных коммуникационных технологий. Они не только технические типа Интернет, но имеют организационный и социальный характер. Развитие коммуникационных технологий определено созданием новых методов информационного моделирования. Одним из новых

методов комплексных коммуникаций является информационное каскадирование.

Каскадные модели применяют достаточно давно в проектировании и при моделировании жизненного цикла систем [17]. Их необходимо отличать от информационных каскадных моделей и информационного каскада. Каскадные модели в проектировании, информационные каскадные модели и информационные каскады - разные модели. Проектная каскадная модель это строго регламентированная модель с четкой структурой и односторонней направленностью. Модель информационного каскада, как и информационная каскадная модель, может иметь разную направленность и может быть не четкой. Проектная каскад-

ная модель передает четкие данные проекта согласно плану. Информационная каскадная модель передает контент. Контент меняется на по ситуации либо в сторону наполнения, либо изменения. Проектная каскадная модель является линейной моделью. Модель информационного каскада функционирует в сети и является сетевой.

Проектный каскад имеет ключевой признак фиксированную структуру. По структуре он всегда одинаковый. Структура информационной каскадной модели переменная. Она образуется внутри сетевой системы. Ин-

формационный каскад и информационная каскадная модель имеют ключевой признак каскадный эффект (информационный взрыв). Однако этот эффект в среде может быть, или не быть. Проектная каскадная модель - это детерминированная модель с последовательными информационными потоками. Модель информационного каскада или информационной каскадной модели включает элементы случайности и субъективности. Она включает параллельные информационные потоки. Усиление параллельного информационного потока характеризует появление каскада.

Особенности информационного каскада.

Модель информационного каскада первоначально применяли как организационную коммуникационную модель в экономике [18, 19]. Она использовала сетевую модель. Она была институциональной и условно информационной, поскольку информация носила организационный и большей частью вербальный характер. Обмен информацией осуществлялся в виде совещаний и обмена мнениями. Информационный каскад построен так, что сетевые агенты принимают решения последовательно один за другим. В этом случае каждый агент видит действия предшествующих агентов. В то же время он не знает их истинных предпочтений. Информационный каскад допускает сетевое решение проблем. В этом случае, если сеть большая, агенты частично видят действия других агентов. Информационный каскад возникнет, если действия агентов элементарны и схожи. Каскад также формируется при частичном сходстве действий, но в этом случае его эффект слабее. Каскад воздействует либо на потребителя, либо на систему агентов. В случае перевозок это агенты, связанные с процессом перевозок.

Агенты делятся на активные и пассивные. Каскад всегда усиливает действие активных агентов. Активный агент считается экспертом в области перевозок. Он обладает большей информацией, большим опытом и более высоким интеллектом. Принятие одинаковых или схожих решений коллективом экспертов создает преобладающую тенденцию. Это и есть информационный каскад. К тенденции начи-

нают присоединяться пассивные агенты, безотносительно к собственной информации. Все они считают, что эксперты принимают более обоснованное решение, чем они. В силу этого информационный каскад создает групповое [19] поведение в области решения проблем.

Гипотеза информационного каскада строится на теории рационального выбора. Каждый экономический или технический агент старается сделать рациональный, по его мнению, выбор. Оговорка «по его мнению» не исключает принятие во внимания другого мнения, тем более эксперта. Пассивному агенту проще использовать знания эксперта, чем самому решать задачу. С позиции транзакционных издержек получение точной информации связано с затратами для агента. Использование опыта экспертов является менее затратным способом получения точной информации.

В условиях рационального поведения информационный каскад дает оптимальное или рациональное решение. С позиций логики это объясняется тем, большинство агентов мыслят логически и рационально. Большинство агентов склонны к рациональному решению, включая интуиции. Интуиция эксперта выше чем потребителя. К экспертам присоединяются пассивные агенты, что формирует информационный каскад.

В социальной сфере информационный каскад формируется как результат полемики и дискурса. Он передает экспертные знания. Современный информационный каскад использует интернет и прочие сетевые системы

и технологии. Для формирования информационного каскада агенты передают не сообщение, а контент.

Основой формирования информационного каскада служат [19]: инициативный агент эксперт или группа экспертов. Они опирают-

Характеристики информационного каскадирования.

Информационный каскад в информационном и коммуникационном поле есть информационная модель. Информационный каскад функционирует в сложных логистических сетях [20]. Каскадирование в сетевых системах включает передачи не сообщения, а информационного контента. Информационный контент можно рассматривать как модель сложной системы. Он обладает целостностью, полнотой и эмерджентностью. Сообщения эмерджентностью не обладают. Информационное каскадирование реализуется путем получения и распространения контента от одного агента другому. Аналогом информационного каскадирования служит модель работы нервной системы человека. В этой системе нервные импульсы передают от одного нейрона к другому [21]. Входные импульсы преобразуются в выходные импульсы. При этом содержательность сигналов может быть усилена или ослаблена. С контентом обстоит сложнее. Контент включает доминанту и вспомогательные атрибуты. Информационное каскадирование усиливает только доминанту.

Информационное каскадирование применяют в различных областях. В электронике информационное каскадирование используют для обработки и усиления сигналов. В науке и медицине информационные каскады позволяют анализировать и интерпретировать данные, а также делать выводы на их основе.

Ключевой компонент каскадирования агенты. Они осуществляют прием модификацию и передачу контента. Информационное каскадирование не имеет одно направление передачи контента. То есть оно соответствует простому ориентированному графу. В сетевой системе оно является аналогом мультиграфа и осуществляет множественные информационные взаимодействия. Множественные взаимодействия, как и в искусственной нейронной

сети, создают и адаптивность системы к изменениям внешних условий. Множественные взаимодействия служат основой самоорганизации каскадной системы.

В информационном каскадировании любой текущий агент становится источником информации по отношению к следующему агенту. Таким образом, информация распространяется в виде потока контентов между агентами.

Информационное каскадирование имеет большое значение в процессах интеллектуальной обработки информации. Информационное включает последовательность этапов, в которых контент проходит через когнитивные фильтры и изменяется до достижения конечного агента.

Началом информационного каскадирования является агент инициатор. Он отправляет контент в сеть экспертам агентам. Эксперты агенты анализируют контент и могут изменить его. Модификация касается семантики и морфологии. При возрастании семантики информационных потоков возрастает каскадный эффект. Каскадный эффект есть проявление эмерджентности или синергетический скачек. Процесс анализа и обработки контента создает информационную диссипацию.

При информационном каскадировании перевозок важно знать интенсивности транспортного потока и не превосходит ли он допустимое значение. Обратная задача состоит в сравнении с минимальным значением. Информационные каскады могут использоваться для прогнозирования [19] транспортных потоков в сложных перевозках. В этой области применяют термин «информационные каскадные прогнозы» [19]. Прогнозирование выполняют разными методами. Например, это может быть предсказание размера транспортного потока в определенный момент [22]. Возможна оценка

превышения транспортным потоком порогового значения [23]. Существует много вариантов алгоритмических подходов для моделирования и прогнозирования информационных каскадов, а также типов данных, связанных с

каскадами [19]. Различные признаки, связанные с информационными элементами, могут быть извлечены с помощью инженерии признаков.

Заключение

Информационное каскадирование можно рассматривать как способ коммуникации в сложных условиях. Информационное каскадирование можно рассматривать как способ управления в стохастических ситуациях. Информационное каскадирование применяют в разных вариантах. Первый вариант информационная поддержка и накопление опыта управления перевозками. Второй вариант прогнозирования и управления перевозками на основе корпоративного управления. Методически информационное каскадирование является эвристическим методом поддержки принятия решений. В информационном каскадировании эффект имеет разные причины. Основная причина состоит в множественном появлении рациональной альтернативы. Эта

множественность подавляет индивидуальные ошибки и ошибочные альтернативы. Группа агентов экспертов выбирает рациональный выбор. Учет их опыта и интеллекта мотивирует простых агентов присоединяются к данному решению. Позитивные факторы, выявленные экспертами, мотивирует рациональный выбор. Негативные факторы, выявленные экспертами, исключают не рациональный выбор. Внутренний механизм каскадирования состоит из рефлексивности и возможности самоанализа принимаемого решения. анализа агентами информационного контента. Информационное каскадирование использует базисный вариант решения по управлению перевозками и совершенствует его в сетевой экспертной модели.

Список источников

1. Новиков А. Н., Катунин А. А., Семкин А. Н. Управление перевозками грузов автомобильным транспортом в современных условиях // Информационные технологии и инновации на транспорте. – 2015. – С. 247-252.
2. Бодюл В. И., Феофилов А. Н. Система управления перевозками грузов для операторов железнодорожного подвижного состава // Наука и техника транспорта. – 2012. – №. 1. – С. 57-62.
3. Мишарин А. С. Информационные технологии-главное условие совершенствования управления перевозками // Железнодорожный транспорт. – 2001. – №. 6. – С. 12-19.
4. Козлов А. В. Многоцелевое управление транспортом мегаполиса // Наука и технологии железных дорог. – 2018. – Т. 2. – №. 4 (8). – С. 40
5. Кужелев П. Д. Комплексное управление мегаполисом // Economic Consultant. – 2015. – №. 3 (11). – С. 14-18.
6. Никифоров В. С. Мультимодальные перевозки и транспортная логистика. - М.: ТрансЛит. – 2007.
7. Мезенцева Е. Д., Прохорова Л. В. Мультимодальные перевозки: особенности и риски // Общество, экономика, управление. – 2021. – Т. 6. – №. 1. – С. 29-34.
8. Доминов Д. Р. Интермодальные и мультимодальные перевозки: определение и преимущества // Академические исследования в современной науке. – 2022. – Т. 1. – №. 17. – С. 300-304.
9. Малышев М. И. Обзор исследований в области повышения эффективности мультимодальных перевозок на основе технологических решений // Научный вестник Московского госу-

- дарственного технического университета гражданской авиации. – 2020. – Т. 23. – №. 4. – С. 58-71.
10. Rondinelli D., Berry M. Multimodal transportation, logistics, and the environment: managing interactions in a global economy //European Management Journal. – 2000. – Т. 18. – №. 4. – С. 398-410.
 11. https://en.wikipedia.org/wiki/Intermodal_freight_transport data view 20.10.2023.
 12. Fu L., Sun D., Rilett L. R. Heuristic shortest path algorithms for transportation applications: State of the art //Computers & Operations Research. – 2006. – Т. 33. – №. 11. – С. 3324-3343
 13. Amaliah B., Fatichah C., Suryani E. A new heuristic method of finding the initial basic feasible solution to solve the transportation problem //Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences. – 2022. – Т. 34. – №. 5. – С. 2298-2307.
 14. Kengpol A., Tuammee S., Tuominen M. The development of a framework for route selection in multimodal transportation //The International Journal of Logistics Management. – 2014. – Т. 25. – №. 3. – С. 581-610.
 15. Семенов В. В. Математическое моделирование динамики транспортных потоков мегаполиса. - М.: ИПМ им. МВ Келдыша РАН. – 2004. – 44 С.
 16. Maity G., Roy S. K., Verdegay J. L. Analyzing multimodal transportation problem and its application to artificial intelligence //Neural Computing and Applications. – 2020. – Т. 32. – С. 2243-2256
 17. Королёв Е. А. «Каскадная» модель информационных процессов в системе управления //Journal of new economy. – 2010. – №. 4 (30). – С. 5-22.
 18. <https://obzorposudy.ru/polezno/cto-znait-kaskadirovat-informaciyu/> data view 12.09/23.
 19. Zhou F. et al. A survey of information cascade analysis: Models, predictions, and recent advances //ACM Computing Surveys (CSUR). – 2021. – Т. 54. – №. 2. – С. 1-36.
 20. Jalili M., Perc M. Information cascades in complex networks //Journal of Complex Networks. – 2017. – Т. 5. – №. 5. – С. 665-693.
 21. <https://dic.academic.ru/dic.nsf/socio/Трансмиссия>. дата просмотра 14.09.23.
 22. Mohamed Ahmed, Stella Spagna, Felipe Huici, and Saverio Niccolini. 2013. A peek into the future: Predicting the evolution of popularity in user generated content. In WSDM. 607-616.
 23. Peng Cui, Shifei Jin, Linyun Yu, Fei Wang, Wenwu Zhu, and Shiqiang Yang. 2013. Cascading outbreak prediction in networks: A data-driven approach. In KDD. 901-909.

References:

1. Novikov A. N., Katunin A. A., Semkin A. N. Management of cargo transportation by road in modern conditions //Information technologies and innovations in transport. - 2015. – pp. 247-252.
2. Bodyul V. I., Feofilov A. N. Cargo transportation management system for railway rolling stock operators //Science and technology of transport. - 2012. – No. 1. – pp. 57-62.
3. Misharin A. S. Information technologies- the main condition for improving transportation management //Railway transport. – 2001. – №. 6. – Pp. 12-19.
4. Kozlov A.V. Multipurpose management of megalopolis transport //Science and Technology of Railways. – 2018. – Vol. 2. – №. 4 (8). – P. 40.
5. Kuzhelev P. D. Integrated management of a megapolis //Economic Consultant. – 2015. – №. 3 (11). – Pp. 14-18.
6. Nikiforov V. S. Multimodal transportation and transport logistics. - М.: TransLit. – 2007.
7. Mezentseva E. D., Prokhorova L. V. Multimodal transportation: features and risks //Society, economy, management. – 2021. – Vol. 6. – No. 1. – pp. 29-34.
8. Dominov D. R. Intermodal and multimodal transportation: definition and advantages //Academic research in modern science. – 2022. – Vol. 1. – no. 17. – pp. 300-304. Kudyan, S. G. Waste management: the principle of «one bucket» / S. G. Kudyan, A. I. Chernorubashkin // Solid household

waste. – 2012. – № 5(71). – Pp. 54-57. – EDN OXFZPR.

9. Malyshev M. I. Review of research in the field of improving the efficiency of multimodal transportation based on technological solutions //Scientific Bulletin of the Moscow State Technical University of Civil Aviation. – 2020. – Vol. 23. – No. 4. – pp. 58-71.

10. Rondinelli D., Berry M. Multimodal transportation, logistics, and the environment: managing interactions in a global economy //European Management Journal. – 2000. – Vol. 18. – No. 4. – pp. 398-410.

11. https://en.wikipedia.org/wiki/Intermodal_freight_transport (date of application 20.10.2023).

12. Fu L., Sun D., Rilett L. R. Heuristic shortest path algorithms for transportation applications: State of the art //Computers & Operations Research. – 2006. – Vol. 33. – No. 11. – pp. 3324-3343.

13. Amaliah B., Fatichah C., Suryani E. A new heuristic method of finding the initial basic feasible solution to solve the transportation problem //Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences. – 2022. – Vol. 34. – No. 5. – pp. 2298-2307.

14. Kengpol A., Tuammee S., Tuominen M. The development of a framework for route selection in multimodal transportation //The International Journal of Logistics Management. – 2014. – Vol. 25. – No. 3. – pp. 581-610.

15. Semenov V. V. Mathematical modeling of the dynamics of megalopolis traffic flows. - - M.: IPM im. MV Keldysh RAS. – 2004. – 44 p.

16. Maity G., Roy S. K., Verdegay J. L. Analyzing multimodal transportation problem and its application to artificial intelligence //Neural Computing and Applications. – 2020. – Vol. 32. – pp. 2243-2256.

17. Korolev E. A. «Cascade» model of information processes in the management system // Journal of new economy. – 2010. – №. 4 (30). – Pp. 5-22.

18. <https://obzorposudy.ru/polezno/cto-znait-kaskadirovat-informaciyu/> (date of application 12.09.23).

19. Zhou F. et al. A survey of information cascade analysis: Models, predictions, and recent advances //ACM Computing Surveys (CSUR). – 2021. – T. 54. – №. 2. – P. 1-36.

20. Jalili M., Perc M. Information cascades in complex networks //Journal of Complex Networks. – 2017. – T. 5. – №. 5. – P. 665-693.

21. <https://dic.academic.ru/dic.nsf/socio/Трансмиссия>. (date of application 14.09.23).

22. Mohamed Ahmed, Stella Spagna, Felipe Huici, and Saverio Niccolini. 2013. A peek into the future: Predicting the evolution of popularity in user generated content. In WSDM. 607-616.

23. Peng Cui, Shifei Jin, Linyun Yu, Fei Wang, Wenwu Zhu, and Shiqiang Yang. 2013. Cascading outbreak prediction in networks: A data-driven approach. In KDD. 901-909.

РАЗРАБОТКА ЧЕРЕЗ ТЕСТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ВЫБОРА ЭНЕРГООПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНЫМ СОСТАВОМ МЕТРОПОЛИТЕНА

Васильева М.А.¹

¹ Российский университет транспорта

Аннотация: В современном мире все чаще встает вопрос модернизации старого программного обеспечения, написанного с применением несовременных парадигм программирования, старого стандарта языка, который не поддерживается современными компиляторами. В случае применения для «переписывания» другого, современного, более выразительного языка программирования, требуется не просто модернизировать, а скорее, написать заново программу, которая будет использовать функциональность старого программного обеспечения. Сложность такой задачи заключается в отсутствии тестирующих методов в унаследованном коде, что потенциально приводит к возникновению ошибки в новом программном обеспечении [1]. Автор на примере работы над новой системой, использующей функциональные возможности старой проверенной системы, показывает преимущества применения технологии разработки через тестирование [2].

Ключевые слова: интеллектуальная транспортная система, Автоматизированная система выбора энергооптимальных режимов управления электроподвижным составом метрополитена (АСЭР), разработка через тестирование, модульные тесты.

© Васильева М.А.

Поступила: 19.10.2023, одобрена после рецензирования 10.11.2023, принята к публикации 10.11.2023.

Для цитирования:

Васильева М.А. Разработка через тестирование Автоматизированной системы выбора энергооптимальных режимов управления электроподвижным составом метрополитена // Логистика и управление транспортными системами. - 2023. - Т. 20. №3 (108). - С. 21–30.

Васильева М. А., доцент кафедры «Управление и защита информации» РУТ (МИИТ), marina_paley@mail.ru

DEVELOPMENT THROUGH TESTING OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR SELECTING ENERGY-OPTIMAL CONTROL MODES FOR ELECTRIC ROLLING STOCK OF THE METRO

Vasilyeva M.A.¹

¹ Russian University of Transport

Abstract: In the modern world increasingly arise the question of the modernizing legacy software written using non-modern programming paradigms and an old language standard that is not supported by modern compilers. If you use a different, modern, more expressive programming language to “rewrite”, you need to not just modernize, but rather rewrite a program that will use the functionality of the old software. The such a task difficulty lies in the testing methods absent in the legacy code, which potentially leads to errors in the new software. The author, using the example of working on a new system that uses the functionality of an old proven system, shows the advantages of using test-driven development technology.

Keywords: intelligent transport system, an energy optimal control modes calculating automated system, test- driven development TDD, unit tests.

© Vasilyeva M.A.

Received 19.10.2023, approved 10.11.2023, accepted for publication 10.11.2023.

For citation:

Vasilyeva M.A. Development through testing of an automated system for selecting energy-optimal control modes for electric rolling stock of the metro. Logistics and Supply Chain Management. 2023. Vol 20, Iss 3 (108). pp.21-30.

Vasilyeva M.A., Associate Professor of the Department of «Management and Protection of Information» RUT (MIIT), marina_paley@mail.ru

Введение

Модульное тестирование (unit testing) является необходимой частью любого программного приложения. Каждый элемент открытого API (Application program interface) необходимо покрыть тестами, которые должны проверять как позитивные, так и негативные сценарии исполнения программного кода. В итоге количество строк кода в тестовых классах нередко превосходит количество строк бизнес-логики приложения. Из-за этого разработчики не пишут тесты, аргументируя свое решение «высоким профессионализмом». Разработка через тестирование позволяет сразу описать все варианты, требуемые для решения задач бизнес-логики. Преимущество такого подхода заключается в том, что в конце работы над функциональной частью приложения, у разработчика уже имеются написанные тесты. Психологически труднее заставить себя писать тесты после того, как бизнес-логика уже написана.

Отсутствие модульного тестирования при написании кода значительно повышает уровень критичности дефектов, обнаруживаемых при дальнейшем (интеграционном, системном, и приемочном) тестировании. Качественное модульное тестирование на этапе разработки экономит время и улучшает результат [3].

Разработка через тестирование относится к экстремальным видам программирования [2] и заключается в том, что сначала на отсутствующий пока код пишут тест. Затем данный тест выполняют с целью подтверждения того, что тест «не проходит». Следующим шагом вносится кодовая реализация, которая должна успешно «пройти» написанный ранее тест. После прохождения теста проводится рефакторинг кода [4], который, при наличии теста, гарантирует разработчику валидацию программного кода.

Эволюция программного обеспечения для расчета энергооптимальных траекторий движения

На кафедре «Управление и защита информации» Российского университета транспорта (МИИТ) с 60-х годов прошлого века ведутся работы по минимизации расхода электроэнергии на тягу поездов [5]. Коллективом кафедры и научно-исследовательской лаборатории «Автоматического управления движением поездов» была разработана Автоматизированная система тяговых расчетов АСТРА, которая впоследствии была модернизирована и получила название АСТРА-М [6]. Данная работа была внедрена на Московском метрополитене и показала свою эффективность. Движение по рассчитанному с помощью программы АСТРА-М режимам ведения позволило сократить расход электроэнергии на 3-5% [7]. В месте с тем, ее эксплуатация выявила потребность в учете изменяющегося напряжения на токоприемнике поезда метрополитена, особенно на старых линиях Московского метрополитена.

В системе АСТА-М не учитывалось изменение напряжения на токоприемнике поезда при его движении. Дальнейшим развитием явился учет напряжения на токоприемнике

как от движения самого поезда, так и при движении сопутствующих поездов [8], что нашло отражение в Автоматизированной системе выбора энергооптимальных режимов управления электроподвижным составом метрополитена АСЭР [9]. Позднее АСЭР была дополнена моделью поезда с асинхронными тяговыми двигателями [10].

В дальнейшем работы, связанные с выбором энергооптимальных режимов ведения электропоездов, были продолжены. Данное направление исследований крайне важно для интеллектуального управления системами внеуличного транспорта. К сожалению, исследования проводились на моделях плохо формализованных, построенных на изначальной вышеуказанной модели [11].

Программы АСТРА и АСТРА-М были разработаны под операционную систему MS DOS на языке Pascal и имели файловую базу данных. Языковые средства и технологии, выбранные для реализации АСЭР, были, популярные в то время, язык программирования Delphi (IDE Borland Delphi 7),

СУБД Paradox и подход WYSIWYG (What You See Is What You Get) для построения GUI (Graphical user interface). АСЭР имеет реляционную базу данных (БД); данные из АСТРА-М были автоматизировано перенесены в БД АСЭР.

Не смотря на эффективность программного продукта АСЭР нельзя не отметить и недостатки, присущие системам того времени: сильная связность, низкая гибкость, отсутствие модульных тестов, отсутствие документации на публичный API подпрограмм, отсутствие формализованного контракта взаимодействующих частей программы как такового, спагетти-код, *симулирование* объектно-ориентированного программирования (ООП) [1].

Дальнейшим развитием АСЭР явилась программа ERES. Данная программа написана на языке C#. Хранение необходимых данных было осуществлено с использованием СУБД MS SQL Server. Целью разработки являлось устранение связности модулей и действительное применение в разработке принципов ООП. Положительными аспектами данной работы являются: полностью пересмотренная структура базы данных [12], взаимодействие с БД посредством технологии объектно-реляционного отображения (ORM), реализация бизнес-логики в рамках парадигмы ООП, а также применение «слоистой» архитектуры

Класс Аппроксимация для работы с рабочими характеристиками

Старая версия АСЭР - продукт своего времени, позволяющий рассчитывать энергооптимальные траектории движения поезда метрополитена и распределять участковое время хода по перегонным временам с учетом падения напряжения на токоприемнике поезда. Но изменять данный продукт, внося в него другие алгоритмы расчета или пополнять функциональность моделями нового подвижного состава крайне затруднительно из-за жесткой связности имеющихся в составе модулей [14]. Потребность в проведении научных исследований и практическая значимость результатов расчета ставит задачу разработки нового программного продукта, сохраняющего функциональность АСЭР. Отработанные и протестированные в полевых условиях моде-

[13], [14] для обеспечения большей гибкости и меньшей связности. Недостатком ERES является отсутствие модульных тестов. Переписывание бизнес-логики на другой язык без тестирования чревато как сохранением старых, так и внесением новых ошибок!

В настоящее время ведется работа по созданию новой версии АСЭР 2.0 [15], которая бы сохранила функциональность старой версии, но имела бы современную архитектуру, а также была бы верифицирована при помощи набора формальных правил, описанных модульными тестами и проверена тестами производительности [16]. Схема БД, разработанная для ERES, была пересмотрена, разработаны миграционные скрипты для СУБД PostgreSQL [17]. Перенос функциональной части АСЭР автор ведет с применением технологии Test Driven Development (TTD) [2]. Для этого старая версия АСЭР подвергается постепенному рефакторингу [18] с целью написания модульных тестов.

Разрабатываемая система (АСЭР 2.0) может являться как самостоятельной интеллектуальной транспортной системой (ИТС), позволяющей моделировать движение поезда, на основании его цифрового двойника, так и частью более развитой ИТС, описывающей процессы интеллектуального управления системами внеуличного транспорта.

ли должны быть «перенесены» в новую версию. Такой перенос может быть осуществлен с помощью разного набора тестирующих инструментов.

Интуитивно понятным и наиболее простым решением было бы использование end-to-end (сквозного) тестирования [19], когда вся программа представляет собой черный ящик и помещается в фреймворк сквозного тестирования. На вход системе подаются управляющие воздействия, а с выхода снимаются получившиеся данные. Используя зависимость набора ожидаемых выходных результатов от наборов входных, можно разработать новую систему, выполняющую те же функции.

АСЭР представляет собой программу со сложным взаимодействием подсистем, входя-

щих в нее. Разработка на основе только сквозного тестирования не позволит узнать, какая именно часть программы могла быть реализована неправильно, не локализует ошибку точно. Для локализации возможных ошибок предлагается разработка модульных тестов, которые, по сути, будут представлять собой сквозные, но только для отдельных методов, а не для всей программы, так как реализация этих методов не важна для разработки нового программного обеспечения: требуется сохранить только наборы входных и соответствующие им наборы выходных параметров.

Поэтому при разработке новой версии АСЭР для переноса имеющейся функциональности принято непопулярное решение - переработать старую версию в промежуточную версию программы для современной версии IDE Embarcadero Delphi 11. Такое решение требует кропотливой замены неподдерживаемых компонентов современными [1], однако позволит разработать необходимые модульные тесты.

Для промежуточной версии АСЭР проведена миграция БД под управлением СУБД MS Access [20]. Следующим шагом было размещение кода АСЭР в системе контроля версий [21].

Модульное тестирование возможно проводить на SUT (system under testing) [2]. Такой системой может быть объект, его метод

или совокупность методов [22]. Негласно подразумевается, что модульному тестированию подлежит код, написанный в парадигме ООП. Для перехода к ООП автором разрабатываются библиотеки классов. На примере работы над библиотекой Аппроксимации показано преимущество разработки через тестирование. Наличие модульных тестов гарантирует неизменность поведения бизнес-логики, покрытой этими тестами.

В АСЭР в модели подвижного состава используется работа с аппроксимацией характеристик, которая не была сосредоточена в одном месте, а была «размазана» по всему программному коду, такая реализация является не только неудобной, с точки зрения поддержки кодовой базы, но и делает невозможным написание модульных тестов штатными средствами. С целью консолидации работы с «аппроксимацией» была разработана библиотека классов.

UML диаграмма разработанной библиотеки классов представлена ниже (Рисунок 1). Объекты класса Аппроксимация хранят связанный список объектов класса Сегмент, представляющих из себя отрезки прямой. По значению абсциссы, объект типа Аппроксимация, рассчитывает соответствующее значение ординаты или, в случае выхода за границы аппроксимированного диапазона, выдает ошибку.

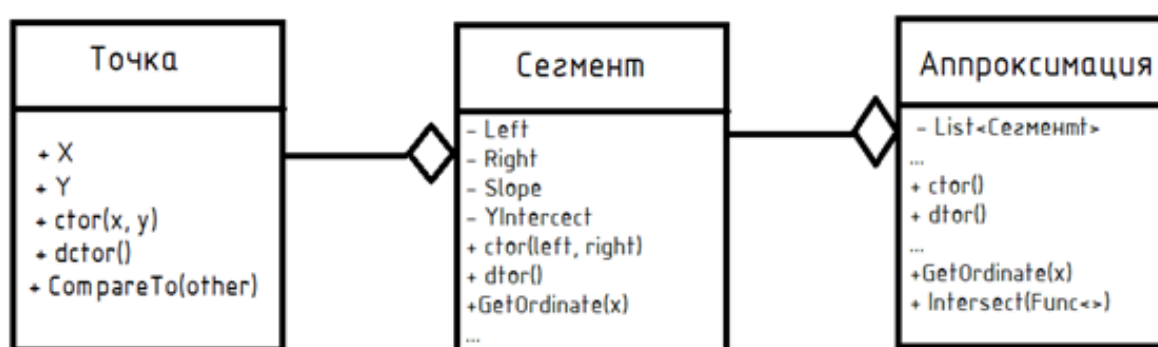


Рисунок 1. UML диаграмма библиотеки классов

Предметная область, для которой была разработана данная библиотека классов, требует не только определения значения ординаты по значению абсциссы, но и определения точки пересечения двух кусочно-линейных функций (предполагается, что точка пересече-

ния существует и является единственной). В АСЭР такая функциональность была реализована посредством метода последовательного перебора всех участков аппроксимации. В качестве результата расчета выбиралась граница найденного отрезка. Автором в разработанной

библиотеке классов предложена следующая реализация требуемой функциональности. Также методом последовательного перебора входная функция «пересекается» с каждым отрезком заданной функции до тех пор, пока точка пересечения обеих функций не окажется в диапазоне отрезка (либо такой диапазон не будет найден, что является ошибкой). Резуль-

татом расчета является точка на плоскости, которая является пересечением двух характеристик.

На все публичные методы были разработаны модульные тесты. Для экономии места в работе приводится только набор тестов для класса Аппроксимации (Рисунок 2).

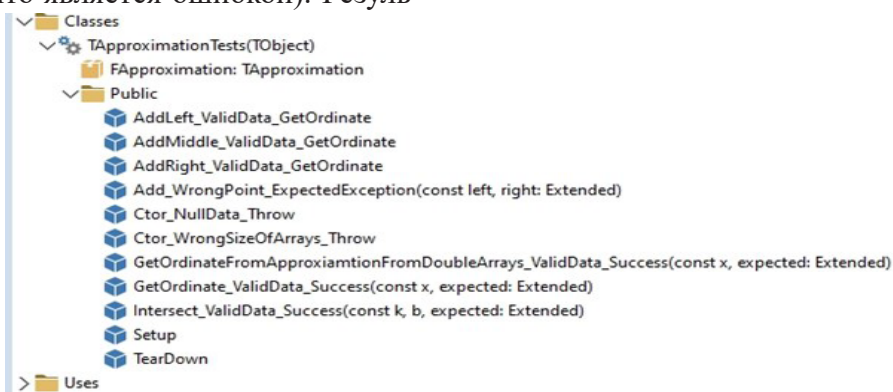


Рисунок 2. Класс тестов для Аппроксимации

Как видно из рисунка, расположенного ниже (Рисунок 3), все разработанные в IDE

Embarcadero Delphi 11 тесты проходят.

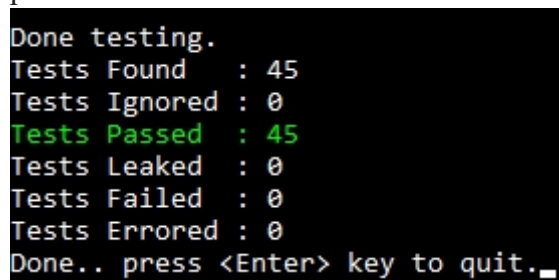


Рисунок 3. Окно Инспектора тестов

Данная библиотека внедрена в промежуточную версию АСЭР, что позволило упростить некоторые функции: уменьшилось ко-

личество строк за счет инкапсуляции логики нахождения значения, некоторые функции были удалены.

Класс Аппроксимация для работы с рабочими характеристиками

Используя разработанные в IDE Embarcadero Delphi 11 тесты, написаны тесты в IDE Visual Studio 2022.

Рассмотрим пример разработки через тестирование. Возьмем написанный в Delphi некоторый метод, тестирующий поведение конкретного метода.

Напишем на языке C# тест с теми же тестируемыми условиями для отсутствующего (пока) в разрабатываемом классе метода, взятого для примера. Данный тестирующий метод будет содержать ошибки и не будет компилироваться.

Реализуем необходимое поведение для выполнения теста и запустим тест заново.

Тест проходит. После этого можно провести необходимый рефакторинг кода бизнес-логики, постоянно запуская тесты. Имеющийся тест позволяет проводить изменение реализации с целью повышения сопровождения программного кода без боязни сломать требуемое поведение.

В результате «копирования» текста тестов в новую среду разработки и реализации программного кода для их выполнения была получена библиотека классов Аппроксимация, UML диаграмма которой представлена ниже (Рисунок 4).

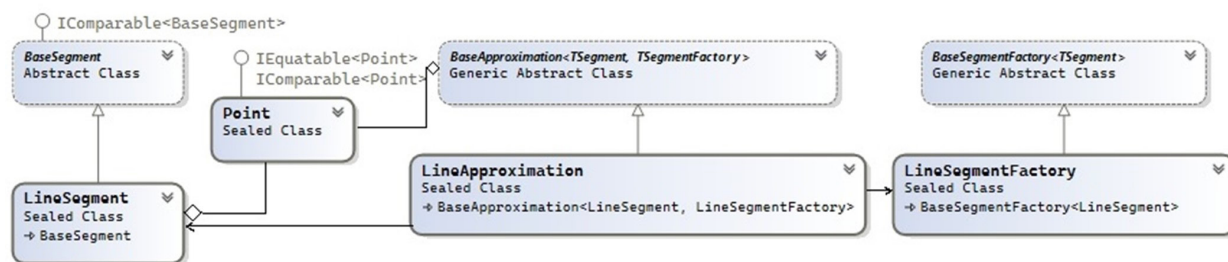


Рисунок 4. UML диаграмма классов Аппроксимация

Ниже (Рисунок 5) представлено окно Инспектора тестов в IDE Visual Studio 2022,

доказывающего прохождение всех разработанных тестов.

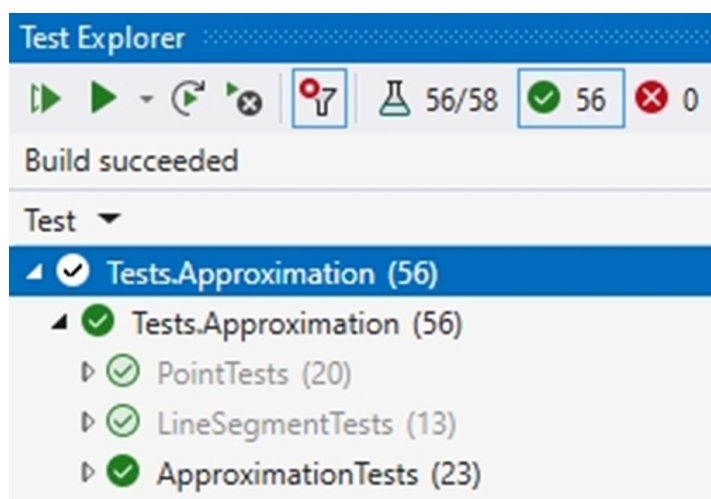


Рисунок 5. Окно Инспектора тестов

Заключение

Методология «Разработка через тестирование» при работе с унаследованным кодом позволяет получить кодовую базу тестов, покрывающих поведение частей бизнес-логики, подлежащих реализации в новых версиях программного продукта.

С учетом известных ограничений прямой перенос кодовой базы модульных тестов позволяет гарантировать воспроизведение (покрытой тестами) логики программного продукта. Стоит отметить, что чрезмерно высокий процент покрытия кодовой базы тестами оказывает существенное влияние на гибкость архитектуры программного продукта. Также важным фактором является качество

модульных тестов с точки зрения проработанности их сценариев.

В результате проделанной работы унаследованный код АСЭР постепенно изменяется: осуществляется переход от использования связки процедурного и псевдообъектно-ориентированного программирования к использованию ООП и функционального программирования (ФП), разрабатываются тесты.

С учетом имеющихся тестов ведется разработка через тестирование новой версии АСЭР 2.0, сохраняющей старую функциональность, но учитывая требования современной разработки высококачественных приложений.

Список источников

1. Васильева М.А. Интеллектуальные транспортные системы. материалы Международной научно-практической конференции. Москва, 25 мая 2023 // Технический долг или пять

причин провести рефакторинг. Москва. 2023. С. 61–68.

2. Кент Б. Экстремальное программирование. Разработка через тестирование TDD. Спб.: Питер, 2020. 224 с.

3. Модульное тестирование: что это? [Электронный ресурс] // Logrocon: [сайт]. [2022]. URL: https://logrocon.ru/news/unit_testing (дата обращения: 10.09.2023).

4. Фаулер М. Рефакторинг: Улучшение существующего кода. Спб: Символ Плюс, 2010. 432 с.

5. Баранов Л.А., Ерофеев Е.В., Максимов В.М., Головичер Я.М. Микропроцессорные системы автоведения электроподвижного состава. Москва: Транспорт, 1991. 271 с.

6. Сидоренко В.Г. Алгоритмы бортовых подсистем автоматического управления движением поезда метрополитена : специальность 05.13.07 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва. 1997. 24 с.

7. Баранов Л.А., Васильева М.А., Ершов А.В., Максимов В.М., Мелёшин И.С. Автоматизированная система выбора энергооптимальных режимов управления движением поезда метрополитена // Вестник МИИТа, № 19, 2008. С. 3-10.

8. Васильева М.А. Энергооптимальные режимы управления движением поезда метрополитена : специальность 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва: МИИТ, 2003. 182 с.

9. Баранов Л.А., Васильева М.А., Ерофеев Е.В., Ершов А.В., Максимов В.М., Мелешин И.С., Сидоренко В.Г., Щукин Ю.Г. Автоматизированная система выбора энергооптимальных режимов управления электроподвижным составом метрополитена, Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ 2011610612, Nov 01, 2011.

10. Мелешин И.С. Алгоритмы автоматизированного управления временем хода поезда «Русич» на перегонах метрополитена : диссертация на соискание ученой степени кандидат технических наук. Москва. 2011. 214 с.

11. Баранов Л.А., Чинь Л.Н., Мелешин И.С. ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПОЕЗДОМ МЕТРОПОЛИТЕНА ПО КРИТЕРИЮ МИНИМУМА ЭНЕРГОЗАТРАТ // Электротехника, Т. 8, 2011. С. 9-14.

12. Шереметова В.К., Дудов С.А. Научно-практическая конференция «Неделя науки -2016» // Информационное обеспечение модели движения поездов по линии метрополитена. Москва. 2016. С. III-114.

13. Вернон В. Реализация предметно-ориентированного проектирования. Москва: Диалектика, 2019. 688 с.

14. Васильева М.А. Интеллектуальные транспортные системы. материалы Международной научно-практической конференции // Автоматизированная система энергооптимальных тяговых расчетов. Москва. 2022. С. 108-115.

15. Васильева М.А., Николаев А.Ю. Цифровая трансформация транспорта: проблемы и перспективы: материалы Международной научно-практической конференции «Цифровые технологии транспорта и логистики», (28 сентября 2022 г.). // Повышение эффективности построения энергооптимальных траекторий движения поезда по перегону на базе параллельных вычислений. Москва. 2022. С. 324-328.

16. Васильева М.А., Николаев А.Ю. Цифровые инфокоммуникационные технологии: сборник научных трудов ФГБОУ ВО РГУПС. // К вопросу об оценке эффективности реализации алгоритма. Ростов-на-Дону. 2022. С. 251–255.

17. Васильева М.А., Быкова Е.А., Викторов К.А. Информационное обеспечение автоматизированной системы выбора энергооптимальных режимов управления поездом метрополитена. // Цифровые инфокоммуникационные технологии: сборник научных трудов ФГБОУ ВО РГУПС., 2022. С. 35 – 40.

18. Физерс М.К. Эффективная работа с унаследованным кодом. Москва: ООО Издательский дом «Вильямс», 2017. 400 с.
19. MaxRokatansky. Руководство по сквозному тестированию: что такое E2E-тестирование с примерами // habr.com. 2022. URL: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/681066/> (дата обращения: 18.10.2023).
20. Васильева М.А. Цифровая трансформация транспорта: проблемы и перспективы: материалы Международной научно-практической конференции «Цифровые технологии транспорта и логистики», (28 сентября 2022 г.). // Автоматизированная система выбора энергооптимальных режимов управления. Москва. 2022. С. 218-221.
21. Васильева М.А., Филиппченко К.М. Система контроля версия. Основы командной разработки: учебное пособие для ВУЗов. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 144 с.
22. Ошероув Р. Искусство автономного тестирования с примерами на C#. 2-е изд. М.: ДМК Пресс, 2014. 360 с.

References

1. Vasil'eva M.A. Intelligent transport systems. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Moscow, May 25, 2023 // Technical Debt or Five Reasons to Refactor. Moscow. 2023. S. 61–68.
2. Kent B. Extreme Programming. Development through TDD testing. St. Petersburg, Piter Publ., 2020. 224 p. (In Russian).
3. Unit Testing: What Is It? [Electronic resource] // Logrocon: [site]. [2022]. URL: https://logrocon.ru/news/unit_testing (accessed: 10.09.2023).
4. Fowler M. Refactoring: Improving Existing Code. St. Petersburg: Simvol Plus, 2010. 432 p. (In Russian).
5. Baranov L.A., Erofeev E.V., Maksimov V.M., Golovicher Y.M. Microprocessor Systems for Automatic Driving of Electric Rolling Stock. Moscow: Transport, 1991. 271 p. (In Russian).
6. Sidorenko V.G. Algorithms of onboard subsystems of automatic control of the movement of the metro train: specialty 05.13.07 : abstract of a dissertation for the degree of candidate of technical sciences. Moscow. 1997. 24 p.
7. Baranov, L.A., Vasilyeva, M.A., Ershov, A.V., Maksimov, V.M., Meleshin, I.S. (2008) «Automated System for Choosing Energooptimal Modes of Metro Train Movement Control,» Vestnik MII Ta, No. 19, 2008. S. 3-10.
8. Vasil'eva M.A. Energooptimal modes of control over the movement of the metro train: specialty 05.13.06 «Automation and control of technological processes and production (by branches)»: dissertation for the degree of candidate of technical sciences. Moscow: MIIT, 2003. 182 p. (in Russian).
9. Baranov L.A., Vasilyeva M.A., Erofeev E.V., Ershov A.V., Maksimov V.M., Meleshin I.S., Sidorenko V.G., Shchukin Yu.G. Automated System for Choosing Energooptimal Modes of Control of Electric Rolling Stock of the Metro, Certificate of State Registration of Computer Programs 2011610612, Nov 01, 2011.
10. Meleshin I.S. Algorithms of Automated Control of the Time of Running of the Train «Rusich» on the Metro Hauls: Dissertation for the Degree of Candidate of Technical Sciences. Moscow. 2011. 214 p.
11. Baranov L.A., Chin L.N., Meleshin I.S. OPTIMAL CONTROL OF THE METRO TRAIN ACCORDING TO THE CRITERION OF MINIMUM ENERGY CONSUMPTION // Elektrotehnika, Vol. 8, 2011. S. 9-14.
12. Sheremetova V.K., Dudov S.A. Scientific and Practical Conference «Week of Science-2016» // Information support of the model of train movement along the metro line. Moscow. 2016. pp. III-114.

13. Vernon V. Implementation of Domain-Oriented Design. Moscow: Dialectics, 2019. 688 p. (In Russian).
14. Vasil'eva M.A. Intelligent transport systems. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference // Automated System of Energy-Optimal Traction Calculations. Moscow. 2022. S. 108-115.
15. Vasilyeva M.A., Nikolaev A.Y. Digital Transformation of Transport: Problems and Prospects: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference «Digital Technologies of Transport and Logistics», (September 28, 2022). Improving the efficiency of building energy-optimal train trajectories along the stretch based on parallel calculations. Moscow. 2022. P. 324-328.
16. Vasilyeva M.A., Nikolaev A.Y. Digital Infocommunication Technologies: Collection of Scientific Works of the Russian State University of Transport and Transport. On the Issue of Evaluating the Efficiency of the Algorithm Implementation. Rostov-on-Don. 2022. S. 251–255.
17. Vasilyeva M.A., Bykova E.A., Viktorov K.A. Information support of the automated system for choosing energooptimal modes of metro train control. Digital Infocommunication Technologies: Collection of Scientific Papers of the Russian State University of Political Affairs, 2022. P. 35 – 40.
18. Feathers M.K. Effective work with inherited code. Moscow: Williams Publishing House, 2017. 400 p. (In Russian).
19. MaxRokatansky. End-to-End Testing Guide: What Is E2E Testing with Examples // habr.com. 2022. URL: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/681066/> (accessed: 18.10.2023).
20. Vasilyeva M.A. Digital Transformation of Transport: Problems and Prospects: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference «Digital Technologies of Transport and Logistics», (September 28, 2022). Automated system for selecting energy-optimal control modes. Moscow. 2022. S. 218-221.
21. Vasilyeva M.A., Filipchenko K.M. Sistema kontrol versiya [Control system version]. Fundamentals of Team Development: Textbook for Higher Educational Institutions. St. Petersburg: Lan, 2022. 144 p. (In Russian).
22. Osherov R. The Art of Offline Testing with C# Examples. 2nd ed. Moscow, DMK Press Publ., 2014. 360 p. (In Russian).

ТЕМПОРАЛЬНЫЙ ПОДХОД ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЛОГИСТИКИ

Дубчак И.А.¹¹ Российский университет транспорта

Аннотация: Статья исследует темпоральный подход, применимый для решения задач логистики. Рассмотрены темпоральные модели, темпоральные отношения, темпоральные метки. Статья вводит понятие «темпоральный анализ». Дана систематика темпоральных моделей. Темпоральный анализ объединяет темпоральную логику и темпоральное моделирование. Описан темпоральный причинно-следственный анализ как развитие темпорального анализа. Раскрывается содержание понятия временная неопределенность. Показана связь темпоральных моделей с ситуационными моделями. Описаны особенности применения темпоральных методов в управлении транспортом. Описаны особенности применения темпоральных моделей в сфере транспорта. Статья дает анализ временных интервалов. Вводится понятие локальный временной интервал и границы интервала. Описаны особенности получения и применения временных меток. Дано формализованное описание темпоральных моделей. Показана связь темпоральных интервалов с ситуациями и состояниями объекта. Статья дает формальное описание близких и отдаленных интервалов. Даны три темпоральные модели движения. Статья раскрывает содержание темпорального причинно-следственного анализа. Показаны причины появления. Описаны методы уменьшения временной неопределенности.

Ключевые слова: темпоральный подход, темпоральные модели, временные метки, темпоральный причинно-следственный анализ, временные отношения, временные интервалы.

© Дубчак И.А.

Поступила 24.10.2023, одобрена после рецензирования 13.11.2023, принята к публикации 13.11.2023.

Для цитирования:

Дубчак И.А. Темпоральный подход для решения задач логистики // Логистика и управление транспортными системами. - 2023. - Т. 20, №3 (108). - С. 40–50.

Дубчак И.А. Руководитель дирекции новых проектов и технологий. ФГАОУ ВО Российский университет транспорта. г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9. e-mail: iri-dubchak@yandex.ru.

TEMPORAL APPROACH FOR SOLVING LOGISTICS PROBLEMS

Dubchak I.A.¹

¹ Russian University of Transport

Abstract: The article explores the temporal approach applicable to solving logistics problems. Temporal models, temporal relations, temporal marks are considered. The article introduces the concept of “temporal analysis”. A taxonomy of temporal models is given. Temporal analysis combines temporal logic and temporal modeling. Temporal cause-and-effect analysis is described as a development of temporal analysis. The content of the concept of temporary uncertainty is revealed. The connection between temporal models and situational models is shown. The features of the use of temporal methods in transport management are described. The features of the use of temporal models in the field of transport are described. The article provides an analysis of time intervals. The concept of local time interval and interval boundaries is introduced. The features of obtaining and using timestamps are described. A formalized description of temporal models is given. The connection of temporal intervals with situations and states of the object is shown. The article gives a formal description of near and distant intervals. Three temporal models of movement are given. The article reveals the content of temporal cause-and-effect analysis. The reasons for its appearance are shown. Methods for reducing temporal uncertainty are described.

Keywords: temporal approach, temporal models, time stamps, temporal cause-and-effect analysis, temporal relations, time intervals.

© Dubchak I.A.

Received 24.10.2023, approved 13.11.2023, accepted for publication 13.11.2023.

For citation:

Dubchak I.A. Determination of technological conditions for the automation of the terminal and warehouse complex. Logistics and Supply Chain Management. 2023. Vol 20, Iss 3 (108). pp. 40-50.

Dubchak I.A. Head of the Directorate of New Projects and Technologies. FSAOU VO Russian University of Transport. Moscow, Obraztsova str., 9, p. 9. e-mail: iri-dubchak@yandex.ru.

Введение

Темпоральные методы (моделирование и логику) применяют для исследования динамических процессов. Темпоральную логику используют в системах реального времени [1] и при управлении интеллектуальными транспортными системами. Системы управления, использующие темпоральную логику, применяют в роботизированных системах и в интеллектуальных логистических системах. Методы управления транспортными потоками в сложных ситуациях требуют больших вычислительных ресурсов. В работе [2] предло-

жено решение такой задачи с использованием модели темпоральной логики. Темпоральные отношения применяют при обработке видеоизображений [3, 4]. Они учитывают временную согласованность и сопоставимость данных. Темпоральные методы в качестве обязательного аргумента включают время. Темпоральные модели в явной или неявной форме применяют во многих направлениях включая транспорт и логистику. Однако для подвижных объектов требуется координирование в пространстве. Оно дополняет темпоральные методы.

Систематика и применение темпоральных моделей

Темпоральные модели разделяют на три основные группы. Первая группа темпоральных моделей описывает деформируемые или медленно меняющие состояние объекты [5]. Это деформации в инженерных сооружениях, медленный уход путей от проектного значения. Это медленные темпоральные модели. Вторая группа темпоральных моделей описывает быстрое изменение объектов [6]. Примером могут служить сели, разлив нефтяных продуктов на поверхности моря, пожары. Это быстрые или оперативные темпоральные модели. Третья группа темпоральных моделей описывает движение и управление подвижными объектами транспорта [7-9]. Это мобильные темпоральные модели. Этот вид моделей служит основой беспилотного движения на транспорте. Подвижные объекты характеризуются динамическими моделями данных. Широко применяют темпоральные модели в многоцелевом управлении [10]. Темпоральные модели применяют в логистике [11, 12] и в процессах перевозки грузов [13, 14].

Важным направлением применения темпоральных моделей являются интеллектуальные технологии [15], интеллектуальные транспортные системы [16, 17], транспортные кибер-физические системы. Применение темпоральных моделей в сфере транспорта требует применения пространственной информации. Второй особенностью применения

темпоральных моделей является требованием координации объектов за счет специального координатного обеспечения [18].

Для наблюдения за геотехническими объектами, к числу которых относится железная дорога применяют геомониторинг и геотехнический мониторинг [19]. Эти виды мониторинга обеспечивают получение темпоральных данных. Темпоральные модели используют для обновления цифровых карт и цифровых моделей. Темпоральные модели являются одним из видов информационных ресурсов в геоинформатике, на транспорте, в управлении. Темпоральные модели хранят в темпоральных базах данных [20]. Однако, в отличие от информации в обычных базах данных, моделирование темпоральных информационных конструкций [21] имеет свои особенности. Оно включает: проектирование темпоральных данных, разработку информационно математических моделей, описывающих изменяющиеся с течением времени объектами, моделирование темпоральных баз данных. Темпоральные базы данных [20, 22] имеют специфику, в которой можно отметить множественность описаний и специальные запросы, Темпоральные модели вносят специфику в пространственные и логические отношения [23]. Существует темпоральная логика и термин «Темпоральная импликация». Ее истинность зависит от момента времени.

Темпоральные отношения и временные интервалы

В ситуациях управления перевозками большое значение имеют пространственные отношения. В динамических ситуациях дополнительное значение имеют темпоральные отношения. Темпоральные и пространственные отношения служат основой логистического анализа и управления. Темпоральные отношения характеризуют события и процессы. Различие между этими понятиями в динамике и статике. Процесс непрерывно развивающееся понятие. Он характеризует динамическую, изменяющуюся ситуацию. Событие характеризует завершение процесса или состояние. Отсюда следует вывод, что темпоральные отношения связывают динамические и статические ситуации.

Событие, протекающее во времени, характеризуется временным параметром, когда оно произошло $temp1$. Этот параметр определяется отсчетом времени. Событие характеризуется временным параметром завершения $temp2$. Этот параметр определяется также отсчетом. Процесс также можно характеризовать параметрами $temp1$, $temp2$. Длительность процесса или события DT определяется как

$$DT = temp2 - temp1 \quad (1)$$

Величина DT является интервальной, в то время как величины $temp2$, $temp1$ являются точечными. Они являются границами интервала. Будем называть $temp1_i$ началом интервала DT , а $temp2_i$ концом интервала. Если существует размытость

$$temp2^* = temp2 \pm \delta t2 \quad (2)$$

$$temp1^* = temp1 \pm \delta t1 \quad (3)$$

То приходим к нечетким параметрам

$$DT^* = DT \pm \delta t1 \pm \delta t2 \quad (4)$$

Или

$$DT^* = DT \pm \delta DT \quad (5)$$

Для обозначения введенных параметров можно использовать условные временные категории: $<temp1$ - «прошлое»; DT - «настоящее»; $>temp2$ - «будущее». Согласно теории интервального исчисления вводят параметр $temp3$ как середину интервала.

$$temp3 = (temp2 + temp1) / 2 \quad (6)$$

В теории темпоральной логики $temp3$ называют временной меткой. Это типичная для темпоральных моделей величина. Каждая модель или данные должны иметь темпораль-

ную метку. Можно перейти от рассмотрения событий к рассмотрению информационных ситуаций (IS) или рассмотрению состояний (St). В этом случае

$$IS(temp1) \rightarrow IS(temp2) \quad (7)$$

Выражение (7) показывает, что начальная ситуация перешла в конечную ситуацию.

$$St(temp1) \rightarrow St(temp2) \quad (8)$$

Выражение (8) показывает, что начальное состояние трансформировалось в конечное состояние. Для нечетких границ состояний (St^*) и ситуаций (IS^*) имеет место.

$$IS^*(temp1^*) \rightarrow IS^*(temp2^*) \quad (9)$$

Выражение (9) показывает, что начальная нечеткая ситуация перешла в конечную нечеткую ситуацию

$$St^*(temp1^*) \rightarrow St^*(temp2^*) \quad (10)$$

Выражение (10) показывает, что начальное нечеткое состояние трансформировалось в конечное нечеткое состояние. Для транспорта и для перевозок возможны ситуации, когда начальное движение по графику сталкивается с задержкой движения, что вызывает неопределенность в конечной ситуации движения. Это характеризуется выражением (11)

$$IS(temp1) \rightarrow IS^*(temp2^*) \quad (11)$$

Выражение (11) показывает, что начальная четкая ситуация перешла в конечную нечеткую ситуацию. Такое явление связывают с диссипацией движения и потоков.

Выражение (9) дает возможность осуществлять нечеткий ситуационный темпоральный анализ. Выражение (10) дает возможность осуществлять нечеткий темпоральный анализ состояний. Выражения (7-11) являются расширением темпорального анализа. Для них также существует понятие четкого и нечеткого интервала.

Интервалы можно сравнивать по длительности и по отношению близости. Близкими называют интервалы, связанные имплекативными отношениями.

$$DT_i \rightarrow DT_{i+1} \quad (12)$$

Близость определяется общей границей

$$temp2_i = temp1_{i+1} \quad (13)$$

Удаленными называют интервалы, не связанные имплекативными отношениями. Удаленность интервалов $DT_i \rightarrow DT_k$ определяется отсутствием общей границы.

$$\text{temp}2_i = \text{temp}1_k$$

Для временных меток интервалов существуют отношения порядка.

$$\text{temp}3_1, \text{temp}3_2 < \text{temp}3_i < \text{temp}3_n \quad (14)$$

В выражении (14) n – число интервалов и число меток. Временные параметры находятся в следующих отношениях для одного интервала

$$\text{temp}2 > \text{temp}3 > \text{temp}1 \quad (15)$$

Для разных интервалов

$$\text{temp}3_k > \text{temp}3_j \text{ при } k > j \quad (16)$$

Отношение одновременности для временных меток отсутствует. Эта особенность темпорального анализа. Введем понятие состояние перемещения объекта (St1). Это временной отсчет наблюдения за подвижным объектом. На рис.1 показано начальное состояние перемещения (St1).

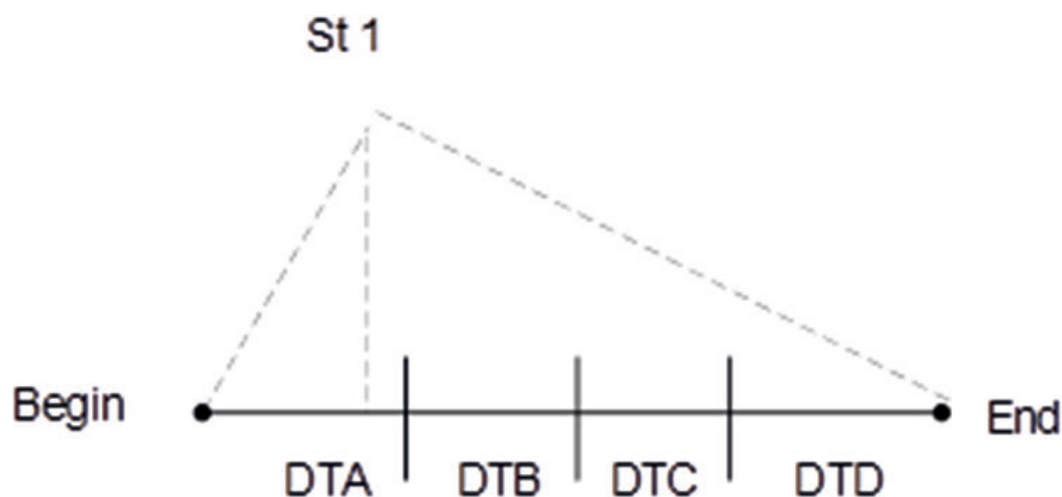


Рисунок 1. Начальное состояние движения

На рисунке 1 вертикальными отрезками обозначены границы временных интервалов, которые представляют собой неразрывную последовательность. Отношения между интервалами показаны прямыми линиями. Общий временной интервал имеет начало

(Begin) и окончание (End). В общем интервале присутствует периоды четырех событий или ситуаций DTA, DTB, DTC, DTD. На рисунке 1 показано, что объект находится на первом интервале движения. На рис.2 показано условно промежуточное состояние наблюдения (St2).

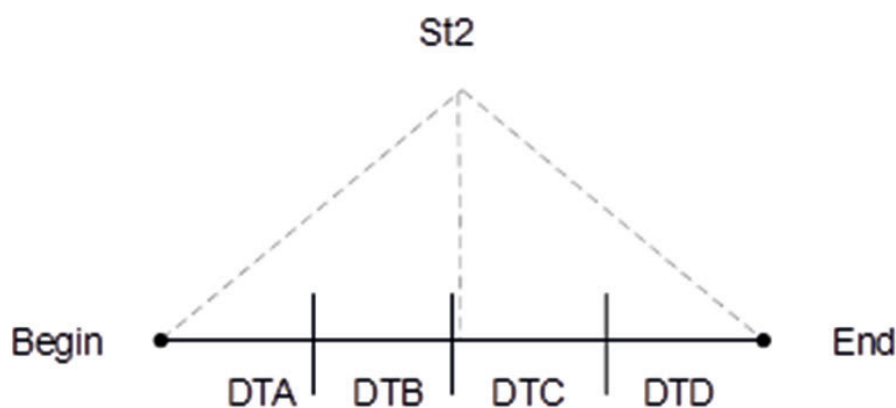


Рисунок 2. Промежуточное состояние движения

Рисунок 2 показано, что половина временных интервалов пройдена. На рис.3 показано

заключительное состояние движения (St3).

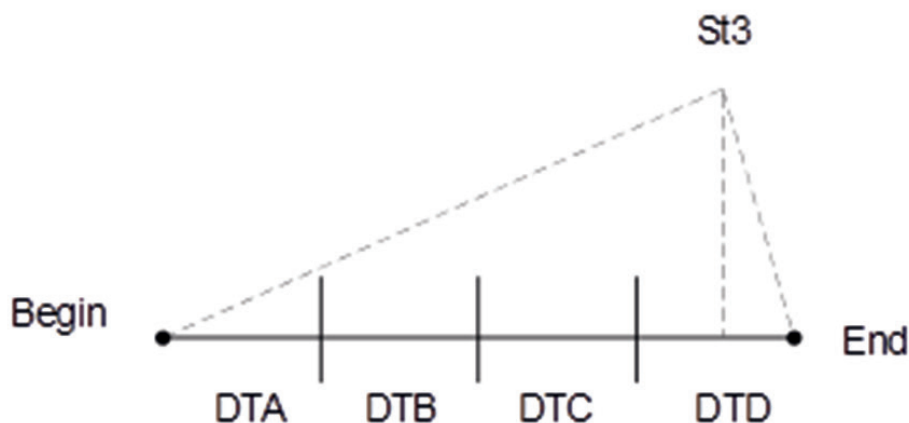


Рисунок 3. Заключительное состояние движения

На рис.3 показано, что все временные интервалы пройдены и подвижный объект находится на завершающем интервале движения. Рисунки 1-3 характеризуют четкую или ситуацию, при которой границы заданы четко, а сумма локальных временных интервалов DT_i равна сумме общего временного интервала TD . Эти модели используют временные шкалы для анализа. Любая шкала, включая темпоральную, (рис.1-3) может трактоваться

как перенос свойств реального пространстве в пространство параметров. Темпоральная линейная шкала может трактоваться либо как интервал континуального множества, либо как совокупность мелких интервалов. В первом случае применяют обычную (точечную математику), во втором интервальную математику. Рисунки 1-3 показывают, что аргументом в темпоральных моделях является время.

Темпоральный причинно-следственный анализ

Темпоральный причинно-следственный анализ (ТСА) является приложением темпорального анализа к причинному анализу. Темпоральный причинно-следственный анализ является предшествующим этапом к полному причинно-следственному анализу.

Очень важным в ТСА является учет возможного нарушения правила переноса транзитивности [24]. Такие ситуации обусловлены множественными связями между геоданными и заменой модели простого графа на модель мультиграфа. Учет этого фактора влечет необходимость включения когнитивных методов [25] построения временных причинно-следственных моделей. Еще одной особенностью ТСА является применение семиотического подхода к построению временных причинно-следственных моделей [26, 27]. Важным фактором ТСА является анализ информативности данных о оценке наличия неявных знаний [28, 29] или неявной полезной информации. С этой позиции неявное знание рассматривает как фактор -основание для построения причинно-следственных моделей.

С другой стороны, интерес представляет механизм причинности. В этом аспекте неявное знание выступает как неизвестное описание причинно-следственной информационной конструкции. Темпоральный причинно-следственный анализ допускает разрыв внутри общего временного интервала, то есть наличие временной неопределенности.

Устранение временной неопределенности начинается с разделения фактов и событий в общем пространстве параметров, включающим временные характеристики. Например, с помощью разделяющей гиперплоскости [30]. В другом варианте разделение фактов и событий в информационном пространстве производят с помощью оппозиционного анализа и оппозиционных переменных [31]. Более мягкое разделение включает дихотомический анализ. Темпоральный причинно-следственный анализ допускает нечеткость границ локальных интервалов. Это влечет необходимость применения нечетких множеств. Темпоральный причинно-следственный анализ позволяет осуществлять прогнозирующее управление

[32]. Темпоральный анализ и темпоральный причинно-следственный анализ связаны с динамическими информационными ситуациями. Это мотивирует исследование информационных ситуаций и их моделей в области темпо-

рального анализа. однако ситуационный анализ в области темпорального моделирования пока не применяется. Это остается перспективной задачей.

Темпоральные модели

Как показано на рис.1-3 основным критерием темпорального анализа является время, а не расстояние. Это является особенностью темпорального подхода. Однако, если вспомнить основной принцип логистики «just in time», то временной анализ для логистики более важен чем пространственный.

Темпоральные метки на рис. 1-3 не показаны. Но они соответствуют серединам интервалов. Перед началом темпорального моделирования необходимо выявить и определить временные отношения. Темпоральные модели имеют специфику при их формализации. Темпоральные модели (ТМ) имеют два формы записи. В обеих формах в описание входит временная метка (tm).

$$TMtm(A) \quad (17)$$

$$TM(tm, A) \quad (18)$$

В выражениях (17) и (18) символ «А» обозначает набор аргументов, которые не яв-

ляются временной меткой. В выражении (17) временная метка входит в форме индекса, но это не дискретный индекс, а значение из области непрерывного интервала. В выражении (18) временная метка входит в форме аргумента, но это дискретное значение, характеризующее временной интервал. Такое значение временной метки требует упорядочения временных меток перед началом работы. Процедура упорядочения временных меток является предварительной при работе с темпоральными моделями. Обязательность этой процедуры в том, что интервалы могут быть разыми. Это затрудняет работу с темпоральными моделями и требует применения либо интеллектуальных технологий, либо интеллектуальных транспортных систем.

Заключение

Обобщение применения темпоральной логики и темпорального моделирования дает основание ввести понятие «темпоральный анализ». Имеется ряд сложностей при работе с темпоральными моделями, что затрудняет их применение. Темпоральная логика и темпоральные модели входят в темпоральный анализ, но они могут использоваться независимо или совместно. Применение темпоральных моделей требует предварительного упорядочения темпоральных меток. Темпоральный анализ включает качественный и сравнительный анализы. Качественные методы менее точны чем количественные. Темпоральный анализ требует предварительного определения временных отношений. В тоже время он позволяет выявлять временные причинно-следственные связи. Временные от-

ношения позволяют применять модальную и темпоральную логику. особенностью темпорального анализа является то, что он требует координатного обеспечения в области движения объектов. Особенность темпорального подхода состоит в том, что отношения между темпоральными данными рассматриваются в контексте отношений данных и наблюдателя. Разновидностью темпорального анализа является темпоральный причинно-следственный анализ. Темпоральный причинно-следственный анализ с помощью темпорального и информационного моделирования позволяет исследовать факты, события, ситуации. В логистике темпоральный анализ имеет специфику, связанную с дискретными потоками, а только движением одиночных средств.

Список источников

1. Bellini P., Mattolini R., Nesi P. Temporal logics for real-time system specification //ACM Computing Surveys (CSUR). – 2000. – Т. 32. – №. 1. – С. 12-42
2. Lindemann L., Dimarogonas D. V. Robust control for signal temporal logic specifications using discrete average space robustness //Automatica. – 2019. – Т. 101. – С. 377-387
3. Цветков В.Я. Методы и системы обработки и представления видеoinформации. - М.: ГКНТ, ВНИИЦентр, 1991. – 113 с
4. Сергеев Н.Е., Целых Ю.А. Использование темпоральных отношений при описании сложных сцен по видеоизображениям // Известия ЮФУ. Технические науки. 2009. № 3 (92). С. 253-259
5. Горбулин Р. П., Уваров А. И., Гарагуль А. С. Геодезический мониторинг деформаций стальных резервуаров для хранения нефтепродуктов в условиях многолетнемерзлых грунтов //Актуальные проблемы геодезии, землеустройства и кадастра. – 2020. – С. 25-31.
6. Тарихазер С. А. Селевые процессы в Азербайджане и метеорологические факторы их формирования (на примере Большого Кавказа) //Устойчивое развитие горных территорий. – 2019. – Т. 11. – №. 1. – С. 44-54.
7. Козлов А.В., Матчин В.Т. Методы и алгоритмы управления группами подвижных объектов // Наука и технологии железных дорог. 2020. Т.4.– 3(15). – с.15-28.
8. Розенберг И.Н., Тони О.В., Цветков В.Я. Интегрированная система управления железной дорогой с применением спутниковых технологий // Транспорт Российской Федерации. - 2010. -№ 6. - с.54-57.
9. Розенберг И. Н., Цветков В. Я., Романов И. А. Управление железной дорогой на основе спутниковых технологий // Государственный советник. – 2013. - №4. – с.43-50/
10. Дзюба Ю.В. Многоцелевое управление подвижными объектами // Наука и технологии железных дорог. – 2019. – 1(9). – с.53 -60.
11. Цветков В.Я. Интеллектуализация транспортной логистики // Железнодорожный транспорт. -2011. - №4. – с.38-40.
12. Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Применение мультиагентных систем в интеллектуальных логистических системах. // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. - №6. – с.107-109
13. Еремеев А.П., Ковалев С.М. Темпоральные и нечетко-темпоральные модели в интеллектуальных системах управления перевозочными процессами.// ВЕСТНИК РГУПС. 2011, № 3. С.74- 82
14. Яркин Е. К., Романенко В. Е., Мохов В. А. Оптимизация маршрутов грузовых мультимодальных перевозок //Тенденции развития науки и образования. – 2020. – №. 66-1. – С. 55-59.
15. Савиных В.П., Цветков В.Я. Развитие методов искусственного интеллекта в геоинформатике // Транспорт Российской Федерации. - 2010. -№ 5. - с.41-43
16. Kaffash S., Nguyen A. T., Zhu J. Big data algorithms and applications in intelligent transportation system: A review and bibliometric analysis //International Journal of Production Economics. – 2021. – Т. 231. – С. 107868.
17. Arena F., Pau G., Severino A. A review on IEEE 802.11 p for intelligent transportation systems //Journal of Sensor and Actuator Networks. – 2020. – Т. 9. – №. 2. – С. 22.
18. Розенберг И.Н., Цветков В. Я. Координатные системы в геоинформатике – МГУПС, 2009. -67 с.
19. Булгаков С.В. Геотехнический мониторинг транспорта // Наука и технологии железных дорог. 2021. Т. 5. №1 (17). – с.42-49
20. Матчин В.Т. Обновление темпоральной базы данных в транспортной сфере // Наука и технологии железных дорог. - 2017. Т.1. -2(2). – с.39-46.

21. Проскурин Д.К., Колыхалова Е.В. Методические основы моделирования темпоральных информационных структур // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2013. – №. 1. – С. 87-90
22. Котиков П. Е. Варианты построения темпоральных баз данных в геоинформационных системах // Научный аспект. – 2014. – №. 4. – С. 118-120.
23. Гончарко О. Ю. Темпоральная импликация и временные модальности // Вестник СПбГУ. Сер. 6. 2012. Вып. 1. С.21-26.
24. Tsvetkov V. Ya. Not Transitive Method Preferences. // Journal of International Network Center for Fundamental and Applied Research. 2015. 1(3), - pp.34-42./
25. Ожерельева Т.А. Когнитивная репрезентация // ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении. - 2019. - № 3 (13). – с.9-17.
26. Madisson M. L., Ventsel A. Strategic conspiracy narratives: A semiotic approach. – Routledge, 2020.
27. Derakhshan A. ‘Should textbook images be merely decorative?’: Cultural representations in the Iranian EFL national textbook from the semiotic approach perspective // Language Teaching Research. – 2021. – С. 1362168821992264
28. Thomas A., Gupta V. Tacit knowledge in organizations: Bibliometrics and a framework-based systematic review of antecedents, outcomes, theories, methods and future directions // Journal of Knowledge Management. – 2022. – Т. 26. – №. 4. – С. 1014-1041.
29. Sikombe S., Phiri M. A. Exploring tacit knowledge transfer and innovation capabilities within the buyer–supplier collaboration: A literature review // Cogent Business & Management. – 2019. – Т. 6. – №. 1. – С. 1683130
30. Аникина Г.А., Поляков М.Г., Романов Л.Н., Цветков В.Я. О выделении контура изображения с помощью линейных обучаемых моделей. // Известия академии наук СССР. Техническая кибернетика. -1980. - №6. - с.36-43.
31. Савиных В.П. Опозиционный анализ в информационном поле // Славянский форум, 2016. -3(13). – с.236-241
32. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/predictive-control-model> дата просмотра 24.09.2023.

References

1. Bellini P., Mattolini R., Nesi P. Temporal logic for real-time system specification // ACM Computing Surveys (CSUR). – 2000. – Vol. 32. – No. 1. – pp. 12-42
2. Lindemann L., Dimarogonas D. V. Robust control for signal temporal logic specifications using discrete average space robustness // Automatica. – 2019. – Vol. 101. – pp. 377-387
3. Tsvetkov V.Ya. Methods and systems of processing and presentation of video information. - M.: GKNT, Vnticenter, 1991. – 113 s
4. Sergeev N.E., Tselykh Yu.A. The use of temporal relations in the description of complex scenes from video images // News of the SFU. Technical sciences. 2009. No. 3 (92). pp. 253-259
5. Gorbunin R. P., Uvarov A. I., Garagul A. S. Geodetic monitoring of deformations of steel tanks for storing petroleum products in permafrost conditions // Actual problems of geodesy, land management and cadastre. – 2020. – pp. 25-31.
6. Tarikhazer S. A. Mudflow processes in Azerbaijan and meteorological factors of their formation (on the example of the Greater Caucasus) // Sustainable development of mountain territories. – 2019. – Vol. 11. – No. 1. – pp. 44-54.
7. Kozlov A.V., Matchin V.T. Methods and algorithms for managing groups of mobile

objects // Science and Technology of railways. 2020. Vol.4.– 3(15). – pp.15-28.

8. Rosenberg I.N., Toni O.V., Tsvetkov V.Ya. Integrated railway management system using satellite technologies // Transport of the Russian Federation. - 2010. - No. 6. - pp.54-57.

9. Rosenberg I. N., Tsvetkov V. Ya., Romanov I. A. Railway management based on satellite technologies // State Adviser. – 2013. - No. 4. – S.43-50/

10. Dzyuba Yu.V. Multipurpose management of mobile objects // Science and technology of railways. – 2019. – 1(9). – p.53 -60.

11. Tsvetkov V.Ya. Intellectualization of transport logistics // Railway transport. -2011. - No.4. – pp.38-40.

12. Rosenberg I.N., Tsvetkov V.Ya. Application of multi-agent systems in intelligent logistics systems. // International Journal of Experimental Education. - 2012. - No. 6. – pp.107-109.

13. Ereemeev A.P., Kovalev S.M. Temporal and fuzzy-temporal models in intelligent control systems of transportation processes.// BULLETIN OF RSUPS. 2011, No. 3. pp.74- 82.

14. Yarkin E. K., Romanenko V. E., Mokhov V. A. Optimization of multimodal cargo transportation routes //Trends in the development of science and education. – 2020. – No. 66-1. – pp. 55-59.

15. Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. Development of artificial intelligence methods in geoinformatics // Transport of the Russian Federation. - 2010. -No. 5. - pp.41-43

16. Kaffash S., Nguyen A. T., Zhu J. Big data algorithms and applications in intelligent transportation system: A review and bibliometric analysis //International Journal of Production Economics. – 2021. – Vol. 231. – p. 107868.

17. Arena F., Pau G., Severino A. A review on IEEE 802.11 p for intelligent transportation systems //Journal of Sensor and Actuator Networks. – 2020. – Vol. 9. – No. 2. – p. 22.

18. Rosenberg I.N., Tsvetkov V. Ya. Coordinate systems in geoinformatics – MGUPS, 2009. -67 p.

19. Bulgakov S.V. Geotechnical monitoring of transport // Science and technology of railways. 2021. Vol. 5. No. 1 (17). – pp.42-49

20. Matchin V.T. Updating the temporal database in the transport sector // Science and technology of railways. - 2017. Vol.1. -2(2). – pp.39-46.

21. Proskurin D.K., Kolykhalova E.V. Methodological foundations of modeling temporal information structures //Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Information technologies in construction, social and economic systems. - 2013. – No. 1. – pp. 87-90

22. Kotikov P. E. Options for building temporal databases in geoinformation systems // Scientific aspect. – 2014. – №. 4. – Pp. 118-120.

23. Goncharko O. Y. Temporal implication and temporal modalities // Bulletin of St. Petersburg State University. Ser. 6. 2012. Issue 1. pp.21-26.

24. Tsvetkov V. Ya. Not Transitive Method Preferences. // Journal of International Network Center for Fundamental and Applied Research. 2015. 1(3), - pp.34-42./

25. Necklace T.A. Cognitive representation // ITNOU: Information technologies in science, education and management. - 2019. - № 3 (13). – pp.9-17.

26. Madisson M. L., Ventsel A. Strategic conspiracy narratives: A semiotic approach. – Routledge, 2020.

27. Derakhshan A. ‘Should textbook images be merely decorative?’: Cultural representations in the Iranian EFL national textbook from the semiotic approach perspective //Language Teaching Research. – 2021. – pp. 1362168821992264

28. Thomas A., Gupta V. Tacit knowledge in organizations: Bibliometrics and a framework-based systematic review of antecedents, outcomes, theories, methods and future directions //Journal of Knowledge Management. – 2022. – Vol. 26. – No. 4. – pp. 1014-1041.

29. Sikombe S., Phiri M. A. Exploring tacit knowledge transfer and innovation capabilities within the buyer–supplier collaboration: A literature review // *Cogent Business & Management*. – 2019. – Vol. 6. – No. 1. – pp. 1683130
30. Anikina G.A., Polyakov M.G., Romanov L.N., Tsvetkov V.Ya. On the selection of an image contour using linear trainable models. // *Proceedings of the Academy of Sciences of the USSR. Technical cybernetics*. -1980. - No.6. - pp.36-43.
31. Savinykh V.P. Oppositional analysis in the information field // *Slavic Forum*, 2016. -3(13). – pp.236-241
32. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/predictive-control-model> viewing date 24.09.2023.

РАЗВИТИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К АВТОМАТИЗАЦИИ ПЛАНИРОВАНИЯ НАРЯД-ЗАКАЗА НА СОДЕРЖАНИЕ ЭКСПЛУАТИРУЕМОГО И РАБОЧЕГО ПАРКОВ ЛОКОМОТИВОВ ГРУЗОВОГО ДВИЖЕНИЯ

Лаханкин Е.А.¹

¹ Акционерное общество «Институт экономики и развития транспорта»

Аннотация: В статье рассмотрены существующие принципы и порядок планирования потребности локомотивного парка грузового движения, применяемые на сети железных дорог ОАО «РЖД» в настоящее время и предложен вариант развития системы планирования.

Ключевые слова: потребность локомотивов, планирование потребности, месячное планирование парка локомотивов, наряд-заказ ЦД и ЦТ, АС ПРОГРЕСС, график оборота локомотивов.

© Лаханкин Е.А.

Поступила 08.11.2023, одобрена после рецензирования 13.11.2023, принята к публикации 13.11.2023.

Для цитирования:

Лаханкин Е.А. Развитие методических подходов к автоматизации планирования наряд-заказа на содержание эксплуатируемого и рабочего парков локомотивов грузового движения // Логистика и управление транспортными системами. - 2023. - Т. 20, №3 (108). - С. 42–49.

Лаханкин Е.А., Акционерное общество «Институт экономики и развития транспорта», начальник Центра эксплуатации железных дорог и взаимодействия транспортных систем. lahankin@iedt.ru.

DEVELOPMENT OF METHODOLOGICAL APPROACHES TO AUTOMATION OF WORK ORDER PLANNING FOR MAINTENANCE OF OPERATED AND WORKING FLEETS OF FREIGHT LOCOMOTIVES

Lakhankin E.A.¹

¹ Joint Stock Company «Institute of Economics and Transport Development»

Abstract: The article considers the existing principles and procedure for planning the needs of the locomotive fleet of freight traffic used on the railway network of JSC «Russian Railways» at the present time and suggests a variant of the development of the planning system.

Keywords: the need for locomotives, planning needs, monthly planning of the fleet of locomotives, the order of the CD and CT, AS PROGRESS, the schedule of turnover of locomotives.

© Lakhankin E.A.

Received 08.11.2023, approved 13.11.2023, accepted for publication 13.11.2023.

For citation:

Lakhankin E.A. Development of methodological approaches to automation of work order planning for maintenance of operated and working fleets of freight locomotives. Logistics and Supply Chain Management. 2023. Vol 20, Iss 3 (108). pp. 42-49.

Lakhankin E.A. Joint-Stock Company «Institute of Economics and Transport Development», Head of the Center for Railway Operation and Interaction of Transport Systems. lahankin@iedt.ru.

Комплекс исследований по проблематике управления эксплуатацией локомотивов представлен фундаментальной работой [1] и рядом публикаций, посвященных нормированию потребности тяговых ресурсов для выполнения заданных объемов перевозочной работы [2 – 4], комплексным технологическим решениям по улучшению использования локомотивов грузового движения на конкретных полигонах железнодорожной сети [5 – 6] и др.

Вместе с тем внедрение в ОАО «РЖД» сквозного производственного планирования работы функциональных филиалов, переход к планированию и управлению работой локомотивного парка грузового движения на основе новой системы показателей с выделением категорий эксплуатируемого и рабочего парка локомотивов [7] потребовали развития мето-

дических принципов и подходов к автоматизации решения рассматриваемых задач.

В настоящее время осуществляется комплексное нормирование парка локомотивов, предусматривающее взаимоувязанный расчет потребности в локомотивах на любой горизонт планирования: сутки, месяц, год и дальнюю перспективу. Расчеты выполняются графическим и аналитическим способами. Устанавливается потребность в локомотивах как в конструктивных единицах заводского исполнения, так и в тяговых единицах.

Укрупненная блок-схема комплексной технологии нормирования парка локомотивов грузового движения включает в себя пять основных блоков (модулей), показанных на рисунке 1.

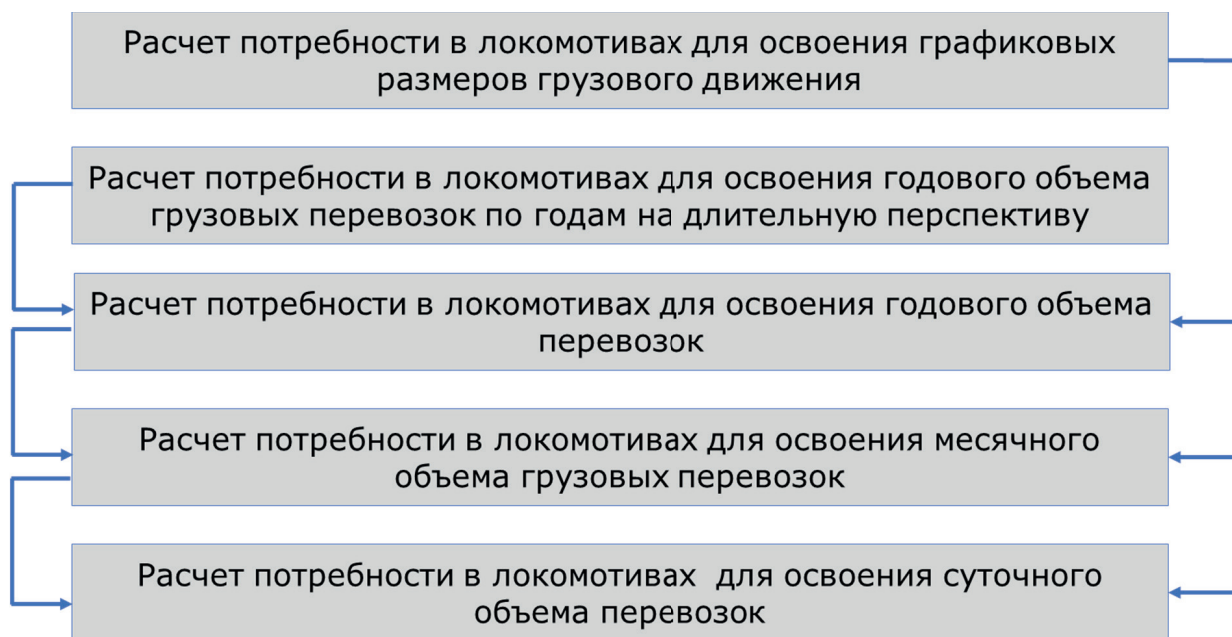


Рисунок 1. Укрупненная блок-схема комплексной технологии нормирования парка локомотивов грузового движения

В рамках месячного планирования осуществляется расчет параметров наряд-заказа между Центральной дирекцией управления движением и Дирекцией тяги - филиалами ОАО «РЖД».

При расчете параметров наряд-заказа выполняется:

расчет среднесуточного за месяц рабочего парка локомотивов для освоения заданных по техническому плану размеров грузового движения по участкам обращения локомотивов с разбивкой по локомотивным эксплуатацион-

ным депо, дирекциям управления движения и сети в целом;

расчет среднесуточного за месяц эксплуатируемого парка локомотивов для освоения заданных по техническому плану размеров грузового движения по участкам обращения локомотивов с разбивкой по локомотивным эксплуатационным депо, дирекциям управления движения и сети в целом;

установление по участкам обращения локомотивов с разбивкой по локомотивным эксплуатационным депо суммарной средне-

суточной за месяц потребности в локомотивах эксплуатируемого парка;

проведение, на основе установленных месячных норм содержания парка исправных локомотивов, рациональных мер по распределению наличного парка локомотивов по участкам обращения и локомотивным эксплу-

атационным депо с целью приведения его размеров в соответствие с предстоящим объемом работы.

Потребность локомотивов для различных целей определяться и определялась ранее несколькими способами (см. таблицу 1).

Таблица 1

Расчет аналитическим способом потребности в локомотивах грузового движения

Вид нормирования парка локомотивов	Способ расчета потребности в локомотивах	Основная исходная информация
Перспективное и годовое	По среднесуточной за год производительности локомотивов	Грузооборот брутто (нетто) по полигонам тяги
	По коэффициенту потребности локомотивов на пару поездов	Среднесуточные за год размеры движения по расчетным участкам в границах участка обращения локомотивов
Месячное	По среднесуточной за месяц производительности локомотивов	Грузооборот брутто (нетто) по полигонам тяги
	По коэффициенту потребности локомотивов на пару поездов	Среднесуточные за месяц размеры движения по расчетным участкам в границах УОЛ
	По среднесуточному за месяц пробегу локомотивов *)	Общие за месяц локомотиво-километры пробега по полигонам тяги
Оперативное	По коэффициенту потребности локомотивов на пару поездов	Суточные размеры движения по расчетным участкам в границах УОЛ
	По среднесуточному пробегу локомотивов *)	Общие суточные локомотиво-километры пробега по полигонам тяги
	По коэффициенту потребности локомотивов на один вагон рабочего парка *)	Рабочий парк вагонов на конец отчетных суток

Примечание: *) – способы расчёта потребности в локомотивах, которые на сети железных дорог в настоящее время не применяются

Основными задачами оперативного нормирования являются:

- расчет затрат времени (в локомотиво-сутках) рабочего парка локомотивов для освоения суточных планируемых размеров грузового движения по участкам обращения локомотивов с разбивкой по локомотивным эксплуатационным депо, дирекциям управления движением и сети в целом;

- установление для непосредственного обеспечения тягой суточных планируемых размеров грузового движения эксплуатируемого парка локомотивов по участкам их обращения с разбивкой по локомотивным эксплуатационным депо, региональным дирекциям управления движением и сети в целом (устанавливается потребность в тяговых ресурсах с учетом обеспечения своевременного подвода

локомотивов и выполнения ТО-2 и экипировки);

- правильное распределение наличного эксплуатируемого парка локомотивов по участкам обращения локомотивов и локомотивным эксплуатационным депо с целью приведения его размеров в соответствие с предстоящим суточным объемом работы.

Месячное нормирование парка локомотивов выполняется с использованием Автоматизированной Системы ПРОгноза РЕСурсов Сети (АС ПРОГРЕСС) [8 – 11].

Исходные данные и влияющие факторы представлены на рисунке 2.



Рисунок 2. Исходные данные и факторы, влияющие на расчёт потребности локомотивного парка в АС ПРОГРЕСС

На сегодняшний момент, значительного развития средств моделирования и построения вариантных графиков движения поездов на периоды проведения ремонтов инфраструктуры, видится переход к определению потребности локомотивного парка на основе

составления месячных графиков оборота локомотивов грузового движения.

Укрупненный алгоритм взаимодействия АС, эксплуатируемых в ОАО «РЖД» представлен на рисунке 3.

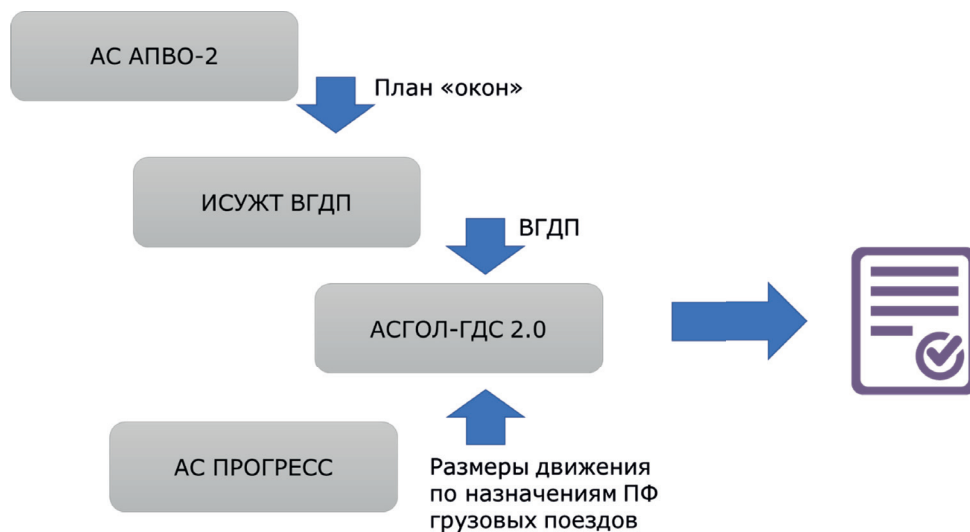


Рисунок 3. Укрупненный алгоритм взаимодействия АС, эксплуатируемых во ОАО «РЖД» при предлагаемой технологии расчёта парка локомотивов

Данные о проведении «окон» на инфраструктуре на предстоящий месяц передаются из АС АПВО-2 в комплекс задач ИСУЖТ, используемый для построения вариантных графиков движения поездов (ИСУЖТ ВГДП) [12], где производится моделирование и построение вариантного графика. Далее вариантный график передается в автоматизиро-

ванную систему составления графика оборота локомотивов грузового движения (АСГОЛ-ГДС) [13 – 16], которая получает «задание» на составление графика оборота по вариантному графику на рассчитанное в АС ПРОГРЕСС потребное число поездов определяет потребность локомотивного парка на месячном горизонте с посуточной детализацией.

Список источников

1. Некрашевич В.И. Управление эксплуатацией локомотивов. 4-е изд. перераб. и доп.: уч. пос. / В.И. Некрашевич, В.И. Апатцев. – Москва: Российский университет транспорта (МИИТ), 2018. – 426 с.
2. Некрашевич В.И., Ковалев В.Н., Сальченко В.Л. Методика установления потребности в поездных локомотивах для освоения годового объема грузовых перевозок // Вестник ВНИИЖТ. 2013. № 3. С. 25 - 32.
3. Некрашевич В.И., Ковалев В.Н., Сальченко В.Л. Месячное нормирование парка локомотивов грузового движения // Вестник ВНИИЖТ. 2012. № 5. С. 24 - 31.
4. Лаханкин Е.А., Агеева М.А., Кондальцев И.С. и др. Развитие алгоритмов и программных средств проектирования технологии и нормирования работы локомотивов и локомотивных бригад в грузовом движении. Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте. Компьютерное и математическое моделирование: сб. тр. V науч.-техн. конф. с междунар. участием «ИСУЖТ-2016». М.: НИИАС, 2016. С. 198-201.
5. Бородин А.Ф., Костин В.Н. Улучшать использование грузовых локомотивов. / Железнодорожный транспорт, 1994. N 8. С.16-19.
6. Бородин А.Ф., Дронов В.А., Ковалев В.Н. Рациональная эксплуатация локомотивов. / Железнодорожный транспорт, 1996. N 9. С.15-19.
7. Некрашевич В.И., Ковалев В.Н., Лаханкин Е.А. Методические подходы к определению коэффициента перевода численности рабочего парка локомотивов в эксплуатируемый. / Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. 2015. № 1. С. 37-42
8. Бородин А.Ф., Панин В.В. Автоматизированная система прогноза ресурсов сети. - Железнодорожный транспорт. 2017. № 4. С. 18-27.
9. Панин В.В. Возможности Имитационной модели использования инфраструктуры ОАО «РЖД» (АС ПРОГРЕСС) для рационального использования пропускных способностей» / В.В.Панин // Бюллетень ученого совета АО «ИЭРТ». – 2017. – № 2. – С. 71–75.
10. Панин В.В. Развитие задач Имитационной ресурсной модели использования инфраструктуры ОАО «РЖД» (АС ПРОГРЕСС) в рамках сквозного производственного планирования / В.В.Панин, Е.А.Лаханкин, М.А.Пояркова // Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте. Компьютерное и математическое моделирование (ИСУЖТ-2019) : труды Восьмой научно-технической конференции, Москва, 21 ноября 2019 г. – М. : АО «НИИАС», 2019. – С. 87–90.
11. О предиктивной бизнес-модели железнодорожных перевозок ОАО «РЖД» / Бородин А.Ф., Панин В.В., Лаханкин Е.А., Панин Е.В., Сайбаталов Р.Ф. Бюллетень ученого совета АО «ИЭРТ». 2020. № 5. С. 5-14.
12. Гургенидзе И.Р. Алгоритм выбора последовательности проведения работ на инфра-

структуре при выполнении эксплуатационной работы. Железнодорожный транспорт. 2023. № 9. С. 19-23.

13. Некрашевич В.И., Лаханкин Е.А., Агеева М.А. Дорожно-сетевая система автоматизированного составления графиков оборота локомотивов и локомотивных бригад грузового движения и расчета показателей их использования. Вестник Белорусского государственного университета транспорта: наука и транспорт. 2015. № 2 (31). С. 48-49.

14. Лаханкин Е.А. Планирование потребности в тяговых ресурсах. Организация работы локомотивов и локомотивных бригад. Бюллетень ученого совета АО «ИЭРТ». 2017. № 2. С. 43-48.

15. Агеева М.А., Лаханкин Е.А., Подорин А.А., Кибанов Г.В. Автоматизация расчета потребности локомотивов и локомотивных бригад на график движения поездов с учетом индивидуальных особенностей полигона Октябрьской и Западно-Сибирской железных дорог в АСГОЛ-ГДС. В сборнике: Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте. Компьютерное и математическое моделирование (ИСУЖТ-2018). Труды седьмой научно-технической конференции. 2018. С. 47-51.

16. Власов А.И., Подорин А.А., Малеваный А.Ю., Лаханкин Е.А. Применение визуальных моделей для оценки потребности локомотивов и локомотивных бригад с учетом индивидуальных особенностей железнодорожных полигонов. Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2020. № 2 (66). С. 92-100.

References

1. Nekrashevich V.I. Locomotive operation management. 4th ed. reprint. and additional: uch. pos. / V.I. Nekrashevich, V.I. Apattsev. – Moscow: Russian University of Transport (MIIT), 2018. – 426 p.

2. Nekrashevich V.I., Kovalev V.N., Salchenko V.L. Methodology for establishing the need for train locomotives for the development of the annual volume of freight traffic // Vestnik VNIIZHT. 2013. No. 3. pp. 25 - 32.

3. Nekrashevich V.I., Kovalev V.N., Salchenko V.L. Monthly rationing of the fleet of freight locomotives movements // Bulletin of VNIIZhT. 2012. No. 5. pp. 24-31.

4. Lakhankin E.A., Ageeva M.A., Kondaltsev I.S. and others. Development of algorithms and software tools for designing technology and rationing the work of locomotives and locomotive crews in freight traffic. Intelligent control systems for railway transport. Computer and mathematical modeling: sat. tr. V sci.-tech. conf. with the international participation of «ISUZHT-2016». Moscow: NIIS, 2016. pp. 198-201.

5. Borodin A.F., Kostin V.N. To improve the use of freight locomotives. / Railway transport, 1994. N 8. pp.16-19.

6. Borodin A.F., Dronov V.A., Kovalev V.N. Rational operation of locomotives. / Railway Transport, 1996. N 9. pp.15-19.

7. Nekrashevich V.I., Kovalev V.N., Lakhankin E.A. Methodological approaches to determining the coefficient of conversion of the number of working fleet of locomotives into operational. / Bulletin of the Research Institute of Railway Transport. 2015. No. 1. pp. 37-42

8. Borodin A.F., Panin V.V. Automated system for forecasting network resources. - Railway transport. 2017. No. 4. pp. 18-27.

9. Panin V.V. Possibilities of the simulation model of the use of the infrastructure of JSC «Russian Railways» (AS PROGRESS) for the rational use of throughput capacities» / V.V.Panin // Bulletin of the Scientific Council of JSC «IERT». – 2017. – № 2. – Pp. 71-75.

10. Panin V.V. Development of tasks of the Simulation resource model of the use of the

infrastructure of JSC «Russian Railways» (AS PROGRESS) in the framework of end-to-end production planning / V.V.Panin, E.A.Lakhankin, M.A.Poyarkova // Intelligent control systems for railway transport. Computer and mathematical modeling (ISUZHT-2019) : Proceedings of the Eighth Scientific and Technical Conference, Moscow, November 21, 2019 – Moscow : JSC «NIIAS», 2019. – pp. 87-90.

11. On the predictive business model of railway transportation of JSC «Russian Railways» / Borodin A.F., Panin V.V., Lakhankin E.A., Panin E.V., Saibatalov R.F. Bulletin of the Scientific Council of JSC «IERT». 2020. No. 5. pp. 5-14.

12. Gurgenidze I.R. Algorithm for choosing the sequence of work on infrastructure when performing operational work. Railway transport. 2023. No. 9. pp. 19-23.

13. Nekrashevich V.I., Lakhankin E.A., Ageeva M.A. Road network system for automated scheduling of turnover of locomotives and locomotive crews of freight traffic and calculation of indicators of their use. Bulletin of the Belarusian State University of Transport: Science and Transport. 2015. No. 2 (31). pp. 48-49.

14. Lakhankin E.A. Planning the need for traction resources. Organization of work of locomotives and locomotive crews. Bulletin of the Scientific Council of JSC «IERT». 2017. No. 2. pp. 43-48.

15. Ageeva M.A., Lakhankin E.A., Podorin A.A., Kibanov G.V. Automation of calculating the needs of locomotives and locomotive crews for the train schedule, taking into account the individual characteristics of the Oktyabrskaya and West Siberian Railways landfill in ASGOL-GDS. In the collection: Intelligent control systems for railway transport. Computer and mathematical modeling (ISUZHT-2018). Proceedings of the seventh Scientific and Technical Conference. 2018. pp. 47-51.

16. Vlasov A.I., Podorin A.A., Malevany A.Yu., Lakhankin E.A. Application of visual models to assess the needs of locomotives and locomotive crews taking into account the individual characteristics of railway polygons. Modern technologies. System analysis. Modeling. 2020. No. 2 (66). pp. 92-100.

КОМПЛЕКСНЫЕ МЕРЫ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ И РОСТУ ПРОВОЗНОЙ СПОСОБНОСТИ ПОЛИГОНОВ РОССИЙСКИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Панин В.В.¹

¹ Акционерное общество «Институт экономики и развития транспорта»

Аннотация: В статье излагаются результаты разработки моделей и методов решения задач, нацеленных на научно обоснованные предложения, направленные на формирование комплексных мер по повышению эффективности использования инфраструктуры и росту провозной способности полигонов Российских железных дорог. Рассмотрены основные положения разработанного Паспорта инвестиционного проекта модернизации железнодорожной инфраструктуры Восточного полигона (второй этап). Приведены основные положения программы поэтапного вывода к 2030 году путевого комплекса ОАО «РЖД» на нормативный уровень. Проанализированы изменения в порядке расчетов пропускной и провозной способностей в свете выхода новой Инструкции. Сформулированы ожидаемые эффекты от применения новой Инструкции. Приведена технология расчёта рисков неосвоения перевозок по вариантам организации проведения ремонтно-путевой кампании (на долгосрочный и среднесрочный периоды), а также обобщены меры по снижению этих рисков.

Ключевые слова: провозная способность, Восточный полигон, КПИИ, путевого комплекс, пропускная способность, ремонтно-путевая кампания, риски неосвоения перевозок

© Панин В.В.

Поступила 08.11.2023, одобрена после рецензирования 13.11.2023, принята к публикации 13.11.2023.

Для цитирования:

Панин В.В. Комплексные меры по повышению эффективности использования инфраструктуры и росту провозной способности полигонов российских железных дорог // Логистика и управление транспортными системами. - 2023. - Т. 20, №3 (108). - С. 50–59.

Панин В.В., к.т.н. Заместитель генерального директора. Акционерное общество «Институт экономики и развития транспорта». panin_v_v@mail.ru

COMPREHENSIVE MEASURES TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF INFRASTRUCTURE USE AND INCREASE THE CARRYING CAPACITY OF LANDFILLS OF RUSSIAN RAILWAYS

Panin V.V.¹

¹ Joint Stock Company «Institute of Economics and Transport Development»

Abstract: The article presents the results of the development of models and methods for solving problems aimed at scientifically sound proposals aimed at the formation of comprehensive measures to improve the efficiency of infrastructure use and increase the carrying capacity of landfills of Russian railways. The main provisions of the developed Passport of the investment project for the modernization of the railway infrastructure of the Eastern polygon (the second stage) are considered. The main provisions of the program for the phased withdrawal of the track complex of JSC «Russian Railways» to the regulatory level by 2030 are presented. The changes in the order of calculation of throughput and carrying capacity in the light of the release of the new Instructions are analyzed. The expected effects from the application of the new Instruction are formulated. The technology of calculating the risks of non-development of transportation according to the options for organizing a repair and travel campaign (for long-term and medium-term periods) is given, as well as measures to reduce these risks are summarized.

Keywords: carrying capacity, Eastern polygon, KPML, track complex, capacity, repair and track campaign, risks of non-development of transportation

© Panin V.V.

Received 08.11.2023, approved 13.11.2023, accepted for publication 13.11.2023.

For citation:

Panin V.V. Comprehensive measures to improve the efficiency of infrastructure use and increase the carrying capacity of landfills of Russian railways. Logistics and Supply Chain Management. 2023. Vol 20, Iss 3 (108). pp. 50-59.

Panin V.V. Cand. of Eng. Sc. Deputy General Director. Joint-Stock Company «Institute of Economics and Transport Development» panin_v_v@mail.ru

Паспорт инвестиционного проекта модернизации железнодорожной инфраструктуры Восточного полигона (второй этап). В целях поэтапной реализации показателей Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры (утверждён распоряжением Правительства Российской Федерации 30 сентября 2018 года №2101-р.) [1], установленных для модернизации железнодорожной инфраструктуры Восточного полигона Правительством Российской Федерации (распоряжение от 28.04.2021 № 1100-р) утвержден паспорт инвестиционного проекта «Модернизация железнодорожной инфраструктуры Байкало-Амурской и Транссибирской железнодорожных магистралей с развитием пропускных и провозных способностей (второй этап)».

Целью инвестиционного проекта является обеспечение в 2024 году увеличения провозной способности Байкало-Амурской и Транссибирской железнодорожных магистралей в полтора раза, до 180 млн. тонн в год, в том числе в 2021 году – 144 млн. тонн, в 2022 году – 158 млн. тонн, в 2023 году – 173 млн. тонн, в 2024 году – 180 млн. тонн в соответствии с поквартальным графиком достижения целевых показателей инвестиционного проекта согласно приложению, а также сокращение времени перевозки контейнеров железнодорожным транспортом (в частности с Дальнего Востока до западной границы Российской Федерации) до 7 суток, увеличение объема транзитных перевозок контейнеров железнодорожным транспортом в 4 раза. Указанный график составлен на основе данных об объектах, реализация которых позволяет обеспечить максимально быстрый прирост провозной способности.

Программа поэтапного вывода к 2030 году путевого комплекса ОАО «РЖД» на нормативный уровень. Для повышения безопасности и надежности функционирования опорной сети железных дорог ключевым принципом является соблюдение графика плановых ремонтов инфраструктуры. Развернутая протяженность железнодорожных линий с просроченным сроком ремонта на конец 2020

года составляла 23,9 тыс. км, на конец 2021 года оценивается на уровне 22,1 тыс. км).

Президентом Российской Федерации В.В. Путиным (поручения от 5 июня 2021 г. № Пр-950 [2] и от 24 декабря 2020 № 49 [3]) поручено обеспечить инвентаризацию технического состояния железнодорожных путей общего пользования на предмет наличия лимитирующих ограничений пропускной способности, и просроченных сроков всеми видами ремонта, а также не допустить рост уровня протяженности железнодорожного пути с просроченным сроком капитального ремонта до 2024 года.

В целях приведения железнодорожной инфраструктуры к нормативному состоянию и устранению просроченного ремонта пути предусматривается реализация Программы обновления железнодорожного пути всеми видами капитального ремонта и поэтапного вывода путевого комплекса на нормативный уровень на 2022-2024 гг. и на период до 2030 года, разработанной Центральной дирекцией инфраструктуры и направленной в Аппарат Правительства Российской Федерации (№ ИСХ-17841 от 24.08.2021) во исполнение поручения Президента Российской Федерации В.В. Путина (от 05.06.2021 № Пр-950).

Программа разработана в «Нормативном» и «Целевом» сценариях. Нормативный сценарий позволяет достичь целевых показателей в период до 2030 года, при этом объем ремонтов составит более 10,5 тыс. км в год, что будет затруднять текущую грузовую работу и реализацию мероприятий по развитию сети. В связи с этим разработан Целевой сценарий, который предусматривает до 2030 года обновление железнодорожного пути в объеме от 4,9 до 6,4 тыс. км в год.

Протяженность участков пути с повышением скорости движения после выполнения ремонтов составит по Нормативному сценарию к 2030 году – 8,7 тыс. км; по Целевому сценарию к 2035 году – 11,8 тыс. км.

Изменение порядка расчетов пропускной способности.

Распоряжением 545/р от 04 марта 2022 года утверждена Инструкция по расчету пропускной и провозной способностей железных дорог ОАО «РЖД» (далее – Инструкция) [4,

5], которая учитывает последние действующие технологические, организационные и методические решения.

Инструкцией регламентирован Порядок определения фактического и нормативного суточного бюджета времени в годовом разрезе, необходимого для выполнения текущего содержания и плановых ремонтных работ технических средств инфраструктуры.

Названный порядок учитывает, что в случаях, когда на рассчитываемом участке имеет место несоблюдение установленных межремонтных сроков, в расчете наличной пропускной способности должно приниматься увеличение перегонных времен хода поездов из-за длительно действующих ограничений скорости, а также снижение коэффициента надежности из-за вероятного увеличения числа и длительности технических отказов.

Разработанная Инструкция является прикладным методическим документом для использования ее положений при проведении расчетов пропускных и провозных способностей в т.ч. в автоматизированных системах.

Основными отличиями новой Инструкции от Инструкции № 128, утверждённой 10 ноября 2010 года [6], являются:

А) Добавлены разделы:

- «Порядок проведения проверки соответствия уровня заполнения (использования) пропускной способности основных сооружений и устройств нормативным значениям» взамен «Использование наличной пропускной способности» который является дополненной и актуализированной версией предыдущей редакции, включающий описание порядка расчета коэффициентов заполнения пропускной способности, резерва и дефицита пропускной способности;

- «Порядок расчета провозной способности железнодорожных линий» для описания единого порядка расчета провозной способности для ОАО «РЖД»;

- «Порядок сравнительной оценки наличной, расчетной и потребной пропускных способностей железнодорожной инфраструктуры» для описания порядка расчета потребной пропускной и провозной способностей и их сопоставления для проверки достаточно-

сти наличной или перспективной пропускной способности для осуществления планируемых перевозок.

Б) Актуализированы:

- раздел «Порядок расчета пропускной способности железнодорожных участков по перегонам» в части:

- изменения отдельных положений порядка расчета значений пропускной способности однопутных, однопутно-двухпутных и двухпутных участков;

- изменения порядка расчета коэффициентов съема однопутных и однопутно-двухпутных линий (с организацией безостановочного скрещения);

- отображения порядка расчета значений коэффициентов съема хозяйственных поездов;

- отображения порядка расчета пропускной способности участков при проведении ремонтно-строительных работ железнодорожной инфраструктуры с закрытием главных путей перегонов;

- пропускной способности участков с тактовым пассажирским и пригородно-городским движением;

- добавлены поправочные коэффициенты значений коэффициентов надежности железнодорожной инфраструктуры при определении фактической пропускной способности;

- переработан порядок определения пропускной способности на участках подталкивания;

- внесены корректировки в порядок определения пропускной способности при непараллельном графике;

- отражен учет сезонности перевозок при определении пропускной способности при непараллельном графике.

- раздел «Порядок расчета пропускной и перерабатывающей способности железнодорожных станций» переработан в части описания формирования инфраструктурной модели станции, включая алгоритм выполнения расчета пропускной и перерабатывающей способности станции;

- раздел «Порядок расчета пропускной способности железнодорожных участков по устройствам электроснабжения» приведён в

соответствие с распоряжением ОАО «РЖД» от 24.01.2019 №114/р.;

– в раздел «Определение пропускной способности железных дорог по депо и устройствам локомотивного хозяйства» внесены корректировки, направленные на повышение точности расчета.

Ожидаемые эффекты от применения новой Инструкции:

- Повышение точности расчетов пропускной и провозной способностей железнодорожных инфраструктуры ОАО «РЖД».

- Оценка влияния инфраструктурных факторов на значения пропускных способностей элементов железнодорожной инфраструктуры.

- Определение единого порядка расчета пропускной и провозной способностей инфраструктуры ОАО «РЖД», оценка уровня использования мощностей железнодорожных линий.

По данным Центральной дирекции инфраструктуры – филиала ОАО «РЖД» (ЦДИ) на 01.11.2021 на Восточном полигоне имелось 6,6 тысяч километров главных ж.д. путей с просроченным ремонтом. К 2030 году прогнозируется просроченный ремонт по Восточному полигону в размере 1 тысячи км (рисунок 1).

Техническое состояние ж.-д. пути на 01.11.2021



Протяженность главных ж.-д. путей с просроченным ремонтом (по полигонам), тыс. км

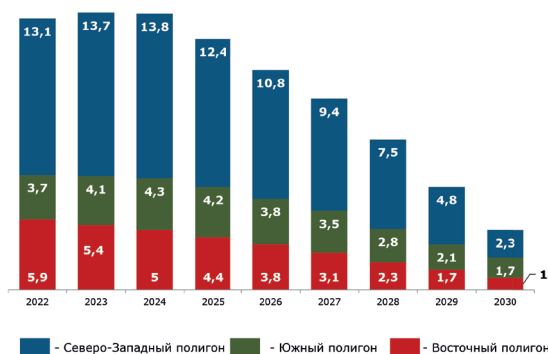


Рисунок 1. Протяжённость главных ж.-д. путей с просроченным ремонтом в 2021-2030 годах

Технология расчёта рисков неосвоения перевозок по вариантам организации проведения ремонтно-путевой кампании (на долгосрочный период). По данным о перспективных грузопотоках на 2022-2030 гг. (в соответствии с проектом ДПР) определены требуемые размеры передачи поездов по междорожным стыковым пунктам Восточного полигона, включающего в себя Красноярскую, Восточно-Сибирскую, Забайкальскую и Дальневосточную железные дороги. На основе данных о перспективных объёмах проведения «окон» по программе ЦДИ и ЦУКС на 2022-2030 гг., а также с учётом реализации мероприятий по реконструкции и развитию Восточного полигона определены технически

допустимые размеры передачи по междорожным стыковым пунктам на 2022-2030 годы.

По результатам выполненных расчетов определены риски по возможному неосвоению планируемых объемов перевозок на основе сопоставления допустимых размеров движения и пропускных перспективных способностей.

Для снижения этих рисков необходимы:

- 1) технология ремонта инфраструктуры, обеспечивающая повышение выработки в окна и на закрытых перегонах (по сравнению с фактически достигнутой в настоящее время) – ЦДИ;

- 2) проекты организации строительства со снижением необходимого времени закрытия движения – ЦУКС, ДРВП;

3) организация движения в периоды ограничения в движении на основе методов форсированного использования пропускной способности – ЦД;

4) согласованное планирование погрузки и этапности ремонтно-строительных работ – ЦФТО, ЦЖД, ЦД.

Исходные данные



Расчет



Рисунок 2. Технология расчёта рисков неосвоения перевозок по вариантам организации проведения ремонтно-путевой кампании (на долгосрочный период)

1) Определение технически допустимых размеров передачи в поездах за 12 месяцев по железным дорогам

Среднегодовые технически допустимые размеры передачи за 2021 год рассчитываются по формуле:

$$n_{2021}^* = \frac{\sum_{i=1}^{12} n_i^*}{12}$$

где n_i^* – среднемесячные технически допустимые размеры передачи, поездов/сутки.

2) Определение технически допустимых размеров передачи без «окон» за 2021-2030 годы ($n_{2021}^{**}, n_{2022}^{**}, \dots, n_{2030}^{**}$).

3) Расчёт величины снижения допустимых размеров движения на 2021 год:

$$\Delta n_{2021} = n_{2021}^{**} - n_{2021}^*$$

4) Расчёт величины снижения допустимых размеров движения на 2022-2030 годы выполняется по формуле:

$$\Delta n_{\text{год}} = \Delta n_{2021} \times \frac{\sum H_{\text{год}}}{\sum H_{2021}}$$

где $\sum H_{\text{год}}$ – суммарный объём проводимых «окон» на расчётный год, часов;

Ниже приведен порядок расчёта рисков неосвоения объёмов перевозок с учётом длительности ремонтно-путевых работ [7-9] (рисунок 2):

$\sum H_{2021}$ – суммарный объём проводимых «окон» на 2021 год, часов.

5) Расчёт снижения передачи по годам по стыковым пунктам выполняется по формуле:

$$\Delta n = \begin{cases} n_{\text{обр}} - (n_{\text{год}}^{**} - \Delta n_{\text{год}}), & \text{если } n_{\text{обр}} > n_{\text{год}}^{**} - \Delta n_{\text{год}}; \\ 0, & \text{если } n_{\text{обр}} \leq n_{\text{год}}^{**} - \Delta n_{\text{год}} \end{cases}$$

где $n_{\text{обр}}$ – величина образования поездопотока на стык, поездов/сутки.

Расчёт величины рисков неосвоения объёмов погрузки по формуле:

$$P = \Delta n * 1,7, \text{ если } \Delta n < 0$$

где 1,7 – коэффициент перевода поездопотока в грузопотоки в год.

Технология расчёта рисков неосвоения перевозок по вариантам организации проведения ремонтно-путевой кампании (на среднесрочный период).

1. При расчёте на среднесрочный период (от месяца до года) на основе плановой «шахматки» погрузки и плана-графика проведения «окон» в АС ПРОГРЕСС выполняется прокладка поездопотоков по участкам на основании плана формирования и маршрутных перевозок [10-14]. Далее для каждого стыко-

вого пункта на основе топологии полигона, структуры и мощности поездопотоков, анализа исполненных «окон» и числа фактически переданных по стыковому пункту поездов определяются границы зон влияния проведения ремонтно-путевых работ на пропускную способность, уточняемые с учётом производственного опыта и экспертных оценок.

2. Каждая зона влияния представляется в виде направленной последовательности перегонов с исходными характеристиками (результатирующая пропускная способность, размеры движения по графику, направление движения).

3. Для каждого перегона строится календарь проведения «окон», с указанием продолжительности и размеров движения по вариантному графику;

4. Для каждой даты в календаре определяются технологически допустимые размеры движения по условию:

$$n_{техн_доп} = \begin{cases} n_{ГДП}, & \text{если } T_{ок} = 0; \\ n_{ВАР_ГДП}, & \text{если } T_{ок} \neq 0 \text{ и } n_{ВАР_ГДП} \neq 0; \\ n_{ГДП} - \frac{\psi \cdot T_{ок} \cdot n_{ГДП}}{24}, & \text{если } T_{ок} \neq 0 \text{ и } n_{ВАР_ГДП} \end{cases}$$

где $T_{ок}$ - продолжительность «окна», ч;

$n_{ГДП}$ - размеры движения грузовых поездов по нормативному графику движения, поездов;

$n_{ВАР_ГДП}$ - размеры движения поездов по вариантному графику, поездов;

ψ - коэффициент, зависящий от технической вооруженности участка и технологии пропуска поездов;;

24 - число часов в сутках.

5. На основе посуточных данных о технологически допустимых размерах движения

грузовых поездов по перегону определяется средневзвешенное за месяц технологически допустимое число поездов по формуле:

$$n_{техн_доп}^{cp_м} = \frac{\sum_{i=1}^{T_M} n_{техн_доп}}{T_M}$$

где T_M - число дней в месяце.

6. Определив для каждого перегона, входящего в зону влияния средневзвешенное за месяц технологически допустимое число поездов ($n_{техн_доп}^{cp_м}$) определяются возможные технологически допустимые размеры передачи поездов по формуле:

$$n_{техн_доп_стк} = \min\{n_{техн_доп_1}^{cp_м}; \dots; n_{техн_доп_T_M}^{cp_м}\}$$

7. Возможные технологически допустимые размеры передачи вагонов через стыковой пункт определяются по формуле:

$$N_{техн_доп_стк} = n_{техн_доп_стк} \cdot m_{ДО-1}$$

где $m_{ДО-1}$ - средний состав передаваемого поезда, рассчитанный на основе отчета формы ДО-1.

Кроме того для каждого перегона модельной сети выполняется расчет аналогичный п. 3 - 6

При этом стоит отметить, что круглосуточные закрытия на главных путях перегонов обрабатываются общим порядком, то есть расчет выполняется по формуле в пункте 1.

Размеры движения в «разъездные» дни принимаются на уровне графиковых параметров, с учетом возможностей технических станций и тяговых ресурсов [15].

Общий порядок выполнения расчётов приведен на рисунке 3.

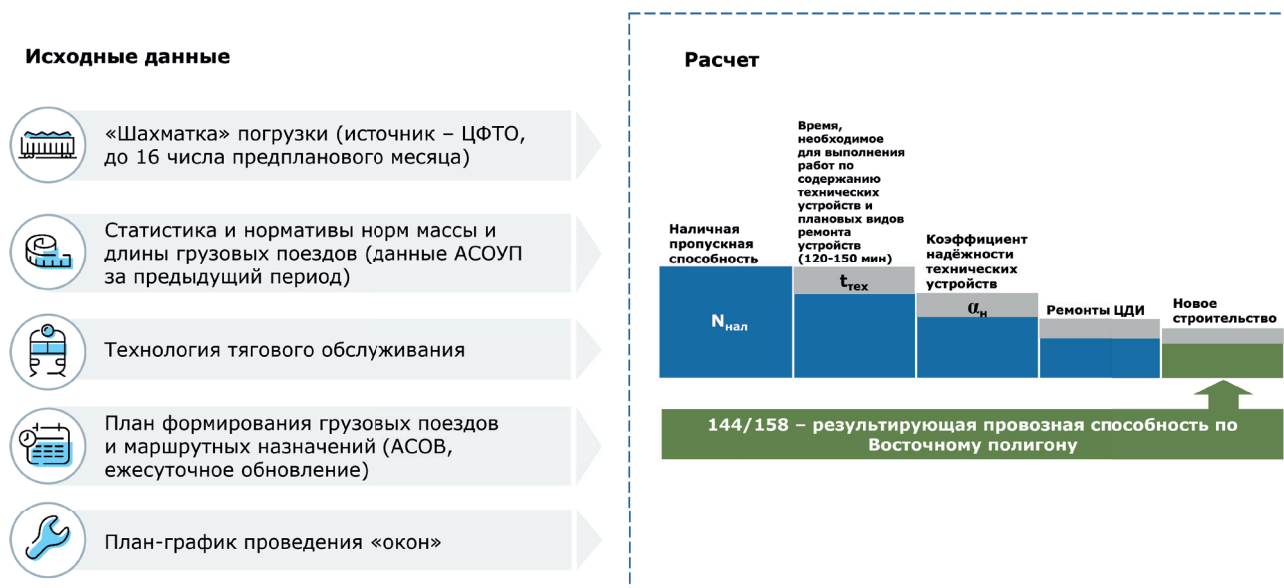


Рисунок 3. Технология расчёта рисков неосвоения перевозок по вариантам организации проведения ремонтно-путевой кампании (на среднесрочный период)

Список источников

1. Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года. – утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 30.09.2018 №2101-р (<http://government.ru/docs/34297/>).
2. Поручение Президента РФ от 5 июня 2021 г. «Перечень поручений по итогам совещания о реализации отдельных положений Послания Президента Федеральному Собранию» (<https://www.garant.ru/hotlaw/federal/1466906/>).
3. Заседание Правительства (2020 год, №49) от 24 декабря 2020 (<http://government.ru/meetings/41206/decisions/>).
4. Инструкция по расчету пропускной и провозной способностей железных дорог ОАО «РЖД». – утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 04.03.2022 №545/р.
5. Новое в расчетах интенсификации перевозок в условиях инфраструктурного развития полигонов сети железных дорог / М. А. Агеева, А. Ф. Бородин, Е. О. Дмитриев [и др.] // Наука 1520 ВНИИЖТ: Загляни за горизонт: Сборник материалов научно-практической конференции АО «ВНИИЖТ», Щербинка, 26–27 августа 2021 года. – Щербинка: АО «ВНИИЖТ», 2021. – С. 4-12.
6. Инструкция по расчёту наличной пропускной способности железных дорог 2010 г. // Утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 10.11.2010 №128р. – М.: Техинформ, 2011. – 290 с.
7. Повышение и использование перевозочной мощности полигонов сети: эффективные стратегия и тактика / А. Ф. Бородин, В. В. Панин, Е. А. Лаханкин [и др.] // Железнодорожный транспорт. – 2022. – № 7. – С. 8-16.
8. Оценка баланса провозной способности полигонов сети железных дорог / А. Ф. Бородин, В. В. Панин, М. А. Агеева [и др.] // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. – 2022. – Т. 81, № 2. – С. 158-169. – DOI 10.21780/2223-9731-2022-81-2-158-169.
9. Новое в расчетах интенсификации перевозок в условиях инфраструктурного развития полигонов сети железных дорог / М. А. Агеева, А. Ф. Бородин, Е. О. Дмитриев [и др.] // Наука 1520 ВНИИЖТ: Загляни за горизонт : Сборник материалов научно-практической конференции АО «ВНИИЖТ», Щербинка, 26–27 августа 2021 года. – Щербинка: АО «ВНИИЖТ», 2021. – С.

- ## References

- 58 <http://lscm.ru/index.php/ru/> ————— Логистика и управление цепями поставок. 2023. Том 20 Выпуск 3 (108)

- railway transport. – 2022. - Т. 81, № 2. - PP. 158-169. – DOI 10.21780/2223-9731-2022-81-2-158-169.
9. New developments in the infrastructural development of the Polygon network zhelezn pengheng Dorog / m. A. Ageeva, A. F. It's Borodin. Oh. Dmitriev [et al.] // Science 1520 VNIZHT: for gorizont: Proceedings of the scientific and practical conferences AO «VNIZHT», Shcherbinka, 26-27 August 2021. - Shcherbinka: AO «VNIJT», 2021. - PP. 4-12.
 10. Panin, V. V. Development task «imitative resource models the vast infrastructure of the world «RJD» (as progress)» within the framework of a large number of production plans / C. V. It's Panin. A. Lahankin, M. A. Poyarkova // Intellectualhuman system urgencies of iron ore transporte. Computernoe and mathematical modeling (ISUZHT-2019): work Urga scientific and technical conferences, Moscow, 21 November 2019. - Moscow: Joint Stock society «scientific-research and design-constructor Institute of informatization, automatization and automation of railway transport», 2019. - PP. 87-90.
 11. Panin, V.V. Predictive modeling of iron-ore urgencies of the middle-term urgencies period with predictive production of the urgencies and aposematic indicators/C. V. Panin, P. Oh. Novikov, A. A. Podorin, E.A. Lahankin, It's Me.Oh. Dmitriev // managing the development of a large-scale mapshtabn wawrabh system (MLSD'2021): work wawrabh chittabrnadtsat international conferences, Moscow, 27-29 September 2021 / under General editorials with.N. Vasilyeva, A.D. Zwirkuna. - Moscow: IPU ran, 2021. - PP. 1028-1036. – DOI 10.25728/9803.2021.57.89.001.
 12. Borodin, A. F. Automated Forecast System Resource setups. F. Borodin, V. V. Panin / / rail transport. – 2017. – № 4. - PP. 18-27.
 13. Order number of production plans and needs in the resources of the branch OAO «RJD» / final resolution of OAO «RJD» from 25.11.2020, 2603/R. - 8 p.
 14. Changes in the Order of production planning and needs in the resources of the branch OAO « RJD »(25 November 2020). No. 2603 / r) / Approved by the dissolution of JSC « Russian Railways « dated 05.04.2022 No. 903/r. - 10 p.
 15. Traction treatment in general operation. Oh. Dmitriev, A. A. Sukhov, A. S. Petrov., A. Alekseevnin // newspaper transport Volga. – 2021. – № 2(86). - PP. 58-66.

Приглашаем ученых, работников системы высшего образования и специалистов в области транспорта и логистики к сотрудничеству в качестве авторов журнала «Логистика и управление цепями поставок».

Тематика журнала определяется следующим перечнем научных специальностей:

- 2.9.1. Транспортные и транспортно – технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте (технические науки)
- 2.9.4. Управление процессами перевозок (технические науки)
- 2.9.8. Интеллектуальные транспортные системы (технические науки)
- 2.9.9. Логистические транспортные системы (технические науки)

Структура и содержание документа при подаче статьи:

1. УДК
2. Название статьи
3. Информация о авторах (полное ФИО, ученая степень, звание, должность, место работы, РИНЦ AuthorID). Для корреспондирующего автора необходимо указать телефон и e-mail.
4. Аннотация (120 – 200 слов. Аннотация должна кратко раскрывать содержание проведенного исследования)
5. Ключевые слова (5 – 8 слов или словосочетаний)
6. Текст статьи (15 – 20 тысяч символов). Текст статьи должен быть логичным, последовательным и исчерпывающе раскрывающим проведенное исследование. Статья обязательно содержит вводную, основную и заключительную часть. Содержание статьи должно соответствовать тематике журнала.
7. Перечень источников. Не менее 15 актуальных позиций, оформленных в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Название статьи, информация о авторах, аннотация, ключевые слова и перечень источников представляются на русском и английском языках.

Требования и условия публикации

- Публикации в журнале бесплатны и проходят слепое рецензирование.
- Публикация возможна при наличии положительного заключения рецензента. Нуждающаяся в доработке статья направляется автору вместе с замечаниями рецензента. После устранения замечаний статья направляется автором для повторного рецензирования. При отрицательном заключении рецензента статья возвращается автору.
- Редакция оставляет за собой право отклонять без рассмотрения по существу статьи, не соответствующие профилю журнала, имеющие некорректные заимствования или оформленные с нарушением требований.
- Представленные на рассмотрение редакции тексты проходят проверку на наличие некорректных заимствований.
- Опубликованные статьи, а также информация об авторах на русском и английском языках размещается в свободном доступе в Интернете на платформе Научной Электронной Библиотеки – eLIBRARY.RU.

Контактная информация редакции:

Дмитрий Владимирович Кузьмин

Телефон: +7 (495) 684 - 29 - 07

Почта: transportjournal@yandex.ru

Ссылка на страницу журнала на платформе Научной Электронной Библиотеки – eLIBRARY.RU – https://www.elibrary.ru/title_profile.asp?id=26698