

# ИННОВАЦИОННЫЙ ТРАНСПОРТ

№ 2 (48)  
ИЮНЬ 2023

I N N O T R A N S



**Расширение сервиса  
в вокзальных комплексах**

**С. 38**

**Две сущности транспорта  
в интегральной  
логистике**

**Использование трансферной  
схемы организации  
автобусных маршрутов**

**Актуальные тенденции  
развития цепей  
поставок**



ОБЩЕРОССИЙСКАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ

# РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ТРАНСПОРТА

**ДАТА ОСНОВАНИЯ** — 1991 год

**ОСНОВНАЯ ЦЕЛЬ** — объединение ученых, специалистов и руководителей

**ПРИОРИТЕТНАЯ ЗАДАЧА** — проведение исследовательских и научно-технических работ

БОЛЕЕ **660** УЧЕНЫХ

**540** ДОКТОРОВ НАУК

БОЛЕЕ **120** КАНДИДАТОВ НАУК

**400** ПОЧЕТНЫХ ЧЛЕНОВ

- **НАУЧНОЕ И ЭКСПЕРТНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ**
- **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ**
- **РАЗРАБОТКА НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫХ АКТОВ**

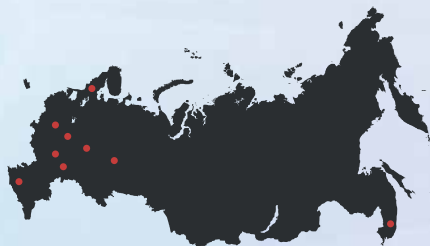
## **НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ:**

- > Цифровая экономика на транспорте
- > BIM-технологии
- > Интернет вещей
- > BIG DATA
- > Взаимодействие транспорта регионов страны
- > Взаимодействие с бизнес-сообществом
- > Экспертиза взаимодействия видов транспорта
- > Научное сопровождение транспортной стратегии РФ

## **КТО МОЖЕТ СТАТЬ ЧЛЕНОМ АКАДЕМИИ?**

**РОССИЙСКИЙ** или **ИНОСТРАННЫЙ** гражданин, имеющий ученую степень:

- доктора транспорта
- кандидата наук
- доктора наук



**2** ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ  
ОТДЕЛЕНИЯ

**8** РЕГИОНАЛЬНЫХ  
ОТДЕЛЕНИЙ

**Аппарат Российской академии транспорта:**  
107078, г. Москва, ул. Маши Порываевой, д. 34, 11 этаж  
+7 (929) 915-74-65  
info@rosacademtrans.ru  
[www.rosacademtrans.ru](http://www.rosacademtrans.ru)

**Уральское межрегиональное отделение:**  
620034, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, д. 66, УрГУПС  
+7 (922) 205-95-92, факс: (343) 221-24-67  
anna-volinskaya@mail.ru  
[www.uralakademia.ru](http://www.uralakademia.ru)

## Инновационный транспорт (Иннотранс)

Научно-публицистическое издание

№ 2 (48), 2023 г.

Издается с ноября 2011 г.

**Учредители:** Российская академия транспорта (РАТ),  
Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС)

**Главный редактор** Александр Геннадьевич Галкин, д-р техн. наук,  
профессор, ректор УрГУПС, председатель Уральского отделения РАТ

**Научный редактор** Дмитрий Германович Неволин, д-р техн. наук,  
профессор, действительный член РАТ

**Редактирование и корректура** — Елена Владимировна Чагина

**Верстка и дизайн** — Андрей Викторович Трубин

**Адрес редакции и издателя:** 620034, г. Екатеринбург,  
ул. Колмогорова, 66. Тел. (343) 221-24-42, 221-24-90.  
Веб-сайт: www.usurt.ru, e-mail: innotrans@mail.ru

Свидетельство о регистрации средства массовой информации  
Роскомнадзора ПИ № ФС 77-46984 от 14 октября 2011 г.

Свидетельство на товарный знак (знак обслуживания) № 586908.  
Зарегистрировано в Государственном реестре товарных знаков  
и знаков обслуживания РФ 14.09.2016 г.

Изготовлено в ИБК УрГУПС,  
620034, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, д. 66.

Подписной индекс издания в общероссийском каталоге  
«Пресса России» — 85022. Цена 584,18 руб.

DOI: 10.20291/2311-164X

Подписано в печать 30.06.2023. Дата выхода в свет 17.07.2023

Печать офсетная. Тираж 250 экз. (1-й з-д 1–60). Заказ № 28

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет  
путей сообщения», 2023

© Общероссийская общественная организация  
«Российская академия транспорта», 2023

### МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

**Александр Геннадьевич Галкин**, доктор технических наук, профессор, главный редактор журнала «Инновационный транспорт», действительный член РАТ, ректор Уральского государственного университета путей сообщения, Екатеринбург (Россия).

**Рольф Эпштайн**, доктор технических наук, Siemens (Германия).

**Денис Викторович Ломотко**, доктор технических наук, академик Транспортной академии Украины, профессор Украинского государственного университета железнодорожного транспорта, Харьков (Украина).

**Мargarita Булатовна Имандосова**, доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе Каспийского государственного университета технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова, Актау (Казахстан).

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Дмитрий Германович Неволин**, доктор технических наук, профессор, научный редактор журнала «Инновационный транспорт», действительный член РАТ, заведующий кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей» Уральского государственного университета путей сообщения, Екатеринбург (Россия).

**Петр Алексеевич Козлов**, доктор технических наук, профессор, действительный член РАТ, директор научно-производственного холдинга «Стратег», Москва (Россия).

**Сергей Алексеевич Румянцев**, доктор технических наук, действительный член РАТ, профессор кафедры «Высшая и прикладная математика» Уральского государственного университета путей сообщения, Екатеринбург (Россия).

**Валерий Михайлович Самуйлов**, доктор технических наук, действительный член РАТ, профессор кафедры «Мировая экономика и логистика» Уральского государственного университета путей сообщения, Екатеринбург (Россия).

**Игорь Александрович Тараторкин**, доктор технических наук, действительный член РАТ, профессор кафедры «Гусеничные машины» Курганского государственного университета, заведующий Курганским отделом механики транспортных машин Института машиноведения УрО РАН, Курган (Россия).

**Елена Николаевна Тимухина**, доктор технических наук, профессор, действительный член РАТ, заведующая кафедрой «Управление эксплуатационной работой» Уральского государственного университета путей сообщения, Екатеринбург (Россия).

## Innotrans

Scientific-and-nonfiction edition

№ 2 (48), 2023

Published since November 2011

**Founders:** Russian Academy of transport (RAT),  
Ural state University of railway transport (USURT)

**Editor-in-chief** Alexander G. Galkin, DSc in Engineering, Professor,  
Rector of USURT, Chairman of RAT Ural Department

**Scientific editor** Dmitry G. Nevolin, DSc in Engineering, Professor,  
full member of RAT

**Editing and proofreading** — Elena V. Chagina

**Layout and design** — Andrey V. Trubin

**Address of the editorial office:**

66 Kolmogorova Str., Ekaterinburg, 620034.

Telephone: (343) 221-24-42, 221-24-90.

Web-site: www.usurt.ru. E-mail: innotrans@mail.ru

Mass media registration certificate of Roskomnadzor PI No. FS 77-46984  
dated October 14, 2011

Subscription reference number of the issue in the All Russia Catalogue  
“Russian Press” — 85022.

Released for printing on 30.06.2023. Date of issue 17.07.2023

Offset printing. Circulation 250 copies

© FGBOU VO Ural State University of Railway Transport, 2023

© All-Russian Public Organisation “Russian Academy of Transport”, 2023

### INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

**Alexander G. Galkin**, DSc in Engineering, Professor, Editor-in-Chief of Innotrans magazine, full member of RAT, Rector of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg (Russia).

**Rolf Epstein**, DSc in Engineering, Siemens (Germany).

**Denis V. Lomotko**, DSc in Engineering, Academician of the Transport Academy of Ukraine, professor of the Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkov (Ukraine)

**Margarita B. Imandosova**, DSc in Engineering, Professor, vice-rector for academic affairs of the Caspian State University of Technologies and Engineering named after S. Yesenov, Aktau (Kazakhstan)

### EDITORIAL BOARD

**Dmitry G. Nevolin**, DSc in Engineering, Professor, full member of RAT, Scientific Editor of Innotrans journal, Head of Car Design and Operation Chair, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg (Russia).

**Pyotr A. Kozlov**, DSc in Engineering, Professor, full member of RAT, Director of Scientific Production Holding Strateg, Moscow (Russia).

**Sergey A. Rumyantsev**, DSc in Engineering, full member of the Russian Academy of Transport, Professor of “Higher and Applied Mathematics” at Ural State University of Railway Transport, Ekaterinburg (Russia).

**Valery M. Samuilov**, DSc in Engineering, full member of RAT, Professor, Logistics and World Economy Chair, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg, (Russia).

**Igor A. Taratorkin**, DSc in Engineering, Professor of “Track Machines” Department at Kurgan State University, member of the Russian Academy of Transport, Institute of Mechanical Engineering Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Head of the Mechanics of transport vehicles office, Kurgan (Russia).

**Elena N. Timukhina**, DSc in Engineering, Professor, member of Russian Academy of Transport, Head of “Field operation management” department of the Ural State University of Railway Transport, Ekaterinburg, (Russia).



# СОДЕРЖАНИЕ

## Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте

<i>Васильева Н.Н., Король Р.Г.</i> Теоретические вопросы организации перевозок с помощью беспилотных транспортных средств . . . . .	3
<i>Чеботаев А.А., Ивахненко А.М., Чеботаев Д.А., Н. Тунг.</i> Две сущности транспорта в интегральной логистике . . . . .	7
<i>Неволин Д.Г., Цариков А.А., Бондаренко В.Г. Склянный А.В.</i> Использование трансферной схемы организации автобусных маршрутов при межмуниципальных и межрегиональных перевозках . . . . .	17

## Организация производства (транспорт)

<i>Шевцов А.А., Тимофеева Г.А.</i> Этапы создания транспортных моделей и их построение в PTV Visum . . . . .	23
<i>Мартыненко А.В.</i> Оценка объема пассажиропотока на основе данных о перемещениях банковских карт между платежными терминалами . . . . .	30
<i>Паршина В.С., Гилева О.В.</i> Расширение сервиса в вокзальных комплексах . . . . .	38
<i>Коробицын П.Ю., Волынская А.В.</i> Роботизация рутинных операций при обслуживании информационных систем ОАО «РЖД» . . . . .	43

## Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

<i>Красильников В.С.</i> Несущие платформы для устройств контроля схода подвижного состава в виде шпал рельсошпальной решетки . . . . .	47
<i>Несенюк Т.А., Соколов В.Н., Максимова И.Н., Никитина Е.П.</i> Исследование радиочастотных характеристик RFID-индикаторов для линейных полимерных изоляторов различного уровня напряжений . . . . .	51
<i>Елькин Е.М., Фролов Н.О.</i> О способах определения износа коммутационных аппаратов электроподвижного состава . . . . .	57
<i>Буйносов А.П., Шарапов А.Т., Долгих Е.А.</i> Влияние геометрических параметров на качество зацепления тяговой зубчатой передачи грузового электровоза 2ЭС6 . . . . .	61

## Управление процессами перевозок

<i>Ужегова А.М., Пономарева Н.В.</i> Актуальные тенденции развития цепей поставок . . . . .	66
<i>Потехина А.М., Потехина Ал. М.</i> О развитии информационных систем в ОАО «РЖД» (на примере Восточно-Сибирской железной дороги) . . . . .	70

# CONTENTS

## Transport and transport-technology system of the country, its regions and cities, manufacture organization on transport

<i>Natalia N. Vasilyeva, Roman G. Korol.</i> Theoretical issues of the organization of transportation using unmanned vehicles . . . . .	3
<i>Alik A. Chebotaev, Andrey M. Ivakhnenko, Dmitry A. Chebotaev, Nguyen Tung.</i> Two essences of transport in integrated logistics . . . . .	7
<i>Dmitry G. Nevolin, Aleksey A. Tsarikov, Viktor G. Bondarenko, Alexander V. Sklyannyi.</i> The use of a transfer scheme for organization of bus routes in intermunicipal and interregional transportation . . . . .	17

## The organization of production (transport)

<i>Alexander A. Shevtsov, Galina A. Timofeeva.</i> Stages of creating transport models and their construction in PVT Visum . . . . .	23
<i>Alexander V. Martynenko.</i> Estimation of passenger traffic volume based on data on the rotation of bank cards between payment terminals . . . . .	30
<i>Valentina S. Parshina, Olga V. Gileva.</i> Expansion of service in railway station complexes . . . . .	38
<i>Pavel Yu. Korobitsyn, Anna V. Volynskaya.</i> Robotization of routine operations in the maintenance of information systems of JSC «Russian Railways» . . . . .	43

## Rolling stock, hauling operation and electrification

<i>Vladimir S. Krasilnikov.</i> Load-bearing platforms for rolling stock derailment control devices in the form of sleepers of a rail-sleeper grid . . . . .	47
<i>Tatiana A. Nesenyuk, Viktor N. Sokolov, Inna N. Maksimova, Evgenia P. Nikitina.</i> Investigation of radio frequency characteristics of RFID indicators for linear polymer insulators of various voltage levels . . . . .	51
<i>Evgeniy M. Elkin, Nikolay O. Frolov.</i> On the methods of determining the wear of electric rolling stock switching devices . . . . .	57
<i>Alexander P. Buynosov, Alexander T. Sharapov, Yegor A. Dolgikh.</i> The influence of geometric parameters on the quality of coupling of a toothed traction gear of the 2ES6 freight electric locomotive . . . . .	61

## Management of transportation processes

<i>Anna M. Uzhegova, Natalia V. Ponomareva.</i> Current trends in the development of supply chains . . . . .	66
<i>Anna M. Potekhina, Alexandra M. Potekhina.</i> Regarding the development of information systems in JSC «Russian Railways» (on the example of the East Siberian Railway) . . . . .	70



**Наталья Николаевна  
Васильева**

Natalia N. Vasilyeva



**Роман Григорьевич  
Король**

Roman G. Korol

## Теоретические вопросы организации перевозок с помощью беспилотных транспортных средств

### Theoretical issues of the organization of transportation using unmanned vehicles

#### Аннотация

В статье рассматриваются теоретические положения в области функционирования беспилотных транспортных средств, дана их классификация. Реализация проектов по созданию беспилотных транспортных средств и программ по введению их в эксплуатацию позволит сократить расходную часть на стадии производства, а также повысить эффективность транспортировки грузов за счет сокращения времени и стоимости доставки.

**Ключевые слова:** беспилотный транспорт, транспортная логистика, дистанционное управление.

#### Abstract

The article discusses the theoretical provisions in the field of functioning of unmanned vehicles, their classification is given. The implementation of projects to create unmanned vehicles and programs to put them into operation will reduce the expenditure part at the production stage, as well as increase the efficiency of cargo transportation by reducing the time and cost of delivery.

**Keywords:** unmanned transport, transport logistics, remote control.

#### Авторы Authors

**Наталья Николаевна Васильева**, магистрант Дальневосточного государственного университета путей сообщения (ДВГУПС), г. Хабаровск; e-mail: [natasha\\_natasha\\_vasilyeva@mail.ru](mailto:natasha_natasha_vasilyeva@mail.ru) | **Роман Григорьевич Король**, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Технология транспортных процессов и логистика» Дальневосточного государственного университета путей сообщения (ДВГУПС), г. Хабаровск; e-mail: [kingkhv27@mail.ru](mailto:kingkhv27@mail.ru)

**Natalia N. Vasilyeva**, Master's student of the Far Eastern State Transport University (FESTU), Khabarovsk; e-mail: [natasha\\_natasha\\_vasilyeva@mail.ru](mailto:natasha_natasha_vasilyeva@mail.ru) | **Roman G. Korol**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of "Technology of Transport Processes and Logistics" Department of the Far Eastern State Transport University (FESTU), Khabarovsk; e-mail: [kingkhv27@mail.ru](mailto:kingkhv27@mail.ru)

Беспилотный транспорт — это транспорт, управление которым осуществляется без участия каких-либо лиц, дистанционно или с помощью программного обеспечения. В программном обеспечении разработаны специальные маршруты передвижения транспортных средств с учетом ситуаций и препятствий, которые могут появиться при движении по маршруту следования беспилотного транспорта [1].

Беспилотные транспортные средства (БТС) применяются для различных целей: в военных действиях, промышленности, строительстве, транспортных процессах и т.д. Использовать беспилотные транспортные средства можно в космосе, водном пространстве, на суше, в воздушном пространстве, а также в подземной среде. На рис. 1 представлена классификация беспилотных транспортных средств [2].

Задачи, решаемые с использованием БТС:

- минимизация затрат на перевозку грузов и пассажиров за счет снижения расходов на оплату труда водителей;
- сокращение времени перемещения и перевозки груза путем автономного управления транспортом, исключая человеческий фактор;
- увеличение объемов производства и перевозок за счет сокращения времени доставки;
- увеличение эффективности использования магистралей всех видов транспорта;
- снижение уровня загрязнения окружающей среды.

В табл. 1 представлены достоинства и недостатки использования беспилотных транспортных средств в логистических системах.

В России, как и в других странах, разрабатываются и тестируются беспилотные транспортные средства. Более 20 стран уже ввели в эксплуатацию пассажирские БТС на железнодорожном транспорте. Самый длинный маршрут был создан в Сингапуре, его протяженность составляет более 200 км, движение поезда осуществляется без участия машинистов. В Дубае и Ванкувере протяженность беспилотного железнодорожного маршрута составляет более 60 км [3].



Рис. 1. Классификация беспилотных транспортных средств

В России уже более пяти лет разрабатывают поезда беспилотного управления, которые смогут в автоматическом режиме перевозить пассажиров. На станции маневровые локомотивы смогут выполнять маневровые работы (прицепка, отцепка, перемещение вагонов на другой путь, горочные работы) без участия составительской бригады. Организовать процесс автоматического управления маневровыми локомотивами — решаемая задача, так как движение станционных локомотивов происходит по однотипным маршрутам. На станции Октябрьской железной дороги эксплуатируется беспилотный локомотив, но на данный момент технологические процессы полностью не автоматизированы. Сцепка данного локомотива осуществляется вручную, а движение происходит при наличии в кабине машиниста, который наблюдает, но не участвует в управлении. Беспилотный локомотив оснащен оптическими камерами и ультразвуковыми датчиками. В кабине машиниста устанавливают стационарные комплексы обнаружения препятствий, которые используются на изгибах железнодорожного полотна, и камеры не способны распознать объекты. При этом в кабине локомотива оборудовано место машиниста-оператора с пультом управления и джойстиком тор-

Таблица 1

### Достоинства и недостатки БТС

Недостатки	Достоинства
Ненадежность (программное обеспечение подвержено техническим сбоям и хакерским атакам)	Точность плана-графика передвижения беспилотных транспортных средств
Небезопасность (исключить абсолютно все ошибки при функционировании БТС невозможно, необходимо время для получения более детализированной информации в процессе эксплуатации БТС)	Сокращение числа аварийных ситуаций, а также снижение смертности на дорогах
Массовое сокращение водителей, пилотов, машинистов и других категорий работников транспорта	Снижение затрат на ремонтные работы БТС

можения и тяги [4]. Запуск беспилотных пассажирских поездов запланирован на 2024 г., поезда будут курсировать по Московскому центральному мосту.

Сегодня политическая ситуация в мире способствует стремительному развитию в России воздушных беспилотных комплексов. На базе государственной программы «Национальная технологическая инициатива (НТИ)» действует специализированное объединение разработчиков и пользователей беспилотного авиатранспорта и космических систем — «Аэронет», которое занимается организацией научно-практических конференций, способствующих объединению всех представителей беспилотной индустрии, а также созданием новых технологий в сфере беспилотных авиасистем, развитием системы управления воздушным движением, подготовкой квалифицированных кадров.

Специалисты прогнозируют, что к 2025 г. в России начнут курсировать около 100 тысяч беспилотников. Беспилотные летательные объекты (дроны) будут использоваться для транспортировки грузов от 100 до 500 кг в Арктике и Сибири. В России планируется создание специализированных дронов для выполнения различных задач: например, для определения химического заражения грунта при выполнении работ по поиску месторождений урана.

В настоящее время наиболее известны БПЛА «Гром» и «Молния», представленные в 2020 г. «Гром» — это ударный беспилотник весом 7 т и максимальной скоростью до 1000 км/ч, а «Молния» — это дроны, которыми управляет «Гром» [5].

В текущей геополитической ситуации морской транспорт имеет важное стратегическое и экономическое значение, так как осуществляет транспортировку порядка 90 % товаропотоков. При внедрении беспилотных судов значительно сократятся операционные расходы на топливо и увеличится скорость доставки грузов за счет внедрения информационной системы по прогнозированию морской обстановки, которая будет учитывать климатические условия и в случае неблагоприятной погоды проложит более безопасный курс.

Первыми странами, использующими беспилотные суда, стали Япония, Норвегия, Британия. Полностью внедрить беспилотное управление в данный момент невозможно, но в дальнейшем суда станут автономными [3]. Министерство транспорта России занимается созданием и регулированием автоматизированного судоходства. Реализуется проект «Автономное судовождение», целью которого является развитие и закрепление позиций России в данной области [6]. Беспилотные суда значительно снизят себестоимость их производства за счет ликвидации мест для экипажа.

Задачами проекта Минтранса России «Беспилотные логистические коридоры» является разработка и внедрение высокоавтоматизированного транспорта. Первые разработки беспилотного автомобиля начались

в 1970-х годах в Японии. Наиболее популярным стал автомобиль Mercedes-Benz S-класса, разработанный по проекту «Прометей» в 1987–1995 гг., предельная скорость которого достигает 175 км/ч. При тестировании данного автомобиля совершались разные маневры, обгоны, перестроения, но человеческий фактор исключить полностью не удалось. К 2035 г. ожидается масштабное развитие парка самоуправляемых автомобилей. По прогнозам специалистов, в Китае процент беспилотных автомобилей от числа всех автомобилей в мире составит около 33 %, в США — 26 %, а в странах Европы, куда входит Россия, — порядка 21 %. На данный момент компания «Яндекс» запустила беспилотные автомобили для сервиса «Яндекс Go». Беспилотники тестируют в отдельных районах Москвы. К 2040 г. планируется полный запуск беспилотных автомобилей.

На площадках Восточного экономического форума в 2021 г. обсуждался вопрос о применении беспилотных транспортных систем для организации перевозки грузов и контейнеров в рамках транспортного коридора «Восток — Запад». Уже разработано несколько проектов по использованию БТС. Согласно программе «Беспилотные логистические коридоры», к 2030 г. около 20 км станут основой беспилотного логистического коридора «Европа — Западный Китай», куда войдут трассы М-1, М-11, М-4 и М-12 [7]. По данным магистралей планируется эксплуатация беспилотных грузовых машин и фур (например, «КамАЗ»). Также в рамках форума «АмурЭкспоФорум» представлен проект по запуску беспилотных автомобильных транспортных средств для перевозки грузов через мостовой переход Благовещенск — Хэйхэ. Предприятием «КамАЗ» разработан беспилотный грузовик «Челнок», и планируется его запустить по данному маршруту. В рамках программы будет построен новый пункт пропуска «Каникурган» в Благовещенске для беспилотного автотранспорта [8]. При этом возникают проблемы, которые препятствуют развитию беспилотных транспортных средств:

- население боится потерять рабочие места;
- нет доверия к беспилотникам;
- в некоторых регионах отсутствуют условия для использования БТС;
- отсутствует нормативная база для работы БТС.

В настоящее время Дальний Восток является развивающимся регионом, на территории которого находится множество природных ресурсов. Регион расположен на пересечении транспортных сетей Северо-Восточной Азии, что может положительно повлиять на внедрение и эксплуатацию беспилотных транспортных средств на международных маршрутах доставки внешнеторговых грузов [9]. Поэтому перспективным исследованием является обоснование использования БТС на транзитных перевозках, с разработкой технологических и инфраструктурных элементов новой системы перемещения грузопотоков. **ИТ**

## Список литературы

1. Кочои С. М. Уголовно-правовые риски использования беспилотных транспортных средств // Актуальные проблемы российского права. 2021. Т. 16, № 7 (128). С. 125–135. ISSN 1994-1471.
2. Сидоринко Е. П. Классификация беспилотных транспортных средств // Прогрессивные технологии в транспортных системах : сб. материалов XIV Международной научно-практической конференции. 2019. С. 760–766.
3. Коробеев А. И., Чучаев А. И. Беспилотные транспортные средства: новые вызовы общественной безопасности // Lex russica (Русский закон). 2019. № 2 (147). С. 9–28. ISSN 1729-5920.
4. Беспилотные поезда РЖД // РЖД Mash. URL: <https://bespilotnikrzd.mash.ru/?ysclid=I50m8na6j5227523326> (дата обращения: 12.11.2022).
5. Фисенко А. Н., Брагин И. С. Перспективная российская разведывательно-ударная группировка беспилотных летательных аппаратов с искусственным интеллектом // Динамика развития системы военного образования : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. Омск : ОмГТУ, 2022. С. 344–350. ISBN 978-5-8149-3426-0.
6. Автономное судовождение // Министерство транспорта Российской Федерации. URL: <https://mintrans.gov.ru/?ysclid=lap54eutcn138443422> (дата обращения: 10.11.2022).
7. Восточный экономический форум: Главные заявления, премьеры и обещания // Российская газета. 2021. № 201 (8552). URL: <https://rg.ru/2021/09/02/reg-dfo/vostochnyj-ekonomicheskij-forum-glavnye-zaiavleniia-premery-i-obeshchaniia.html> (дата обращения: 19.10.2022).
8. Беспилотные «челноки» на Амуре: по мосту в Китай планируют запустить грузоперевозки на электромобилях // Амурская правда. 2022. № 22. URL: <https://ampravda.ru/2022/06/09/0113251.html> (дата обращения: 10.11.2022).
9. Король Р. Г., Числов О. Н. Транспортно-логистическая архитектура мультимодальных перевозок Амурского бассейна // Известия Транссиба. Омск, 2022. № 3 (51). С. 145–155. ISSN 2220-4245.

## References

1. Kochoi S. M. Criminal and legal risks of using unmanned vehicles // Actual problems of Russian law. 2021. Vol. 16, No. 7 (128). P. 125–135. ISSN 1994-1471.
2. Sidorinko E. P. Classification of unmanned vehicles // Progressive technologies in transport systems : collection of materials of the XIV International Scientific and Practical Conference. 2019. P. 760–766.
3. Korobeev A. I., Chuchaev A. I. Unmanned vehicles: new challenges to public safety // Lex russica (Russian Law). 2019. No. 2 (147). P. 9–28. ISSN 1729-5920.
4. Unmanned Russian Railways trains // Russian Railways Mash. URL: <https://bespilotnikrzd.mash.ru/?ysclid=I50m8na6j5227523326> (accessed: 12.11.2022).
5. Fisenko A. N., Bragin I. S. A promising Russian reconnaissance and strike group of unmanned aerial vehicles with artificial intelligence // Dynamics of the development of the military education system : materials of the IV International Scientific and Practical Conference. Omsk : OmSTU, 2022. P. 344–350. ISBN 978-5-8149-3426-0.
6. Autonomous navigation // Ministry of Transport of the Russian Federation. URL: <https://mintrans.gov.ru/?ysclid=lap54eutcn138443422> (accessed: 10.11.2022).
7. Eastern Economic Forum: Main statements, premieres and promises // Ros-siyskaya Gazeta. 2021. № 201 (8552). URL: <https://rg.ru/2021/09/02/reg-dfo/vostochnyj-ekonomicheskij-forum-glavnye-zaiavleniia-premery-i-obeshchaniia.html> (accessed: 19.10.2022).
8. Unmanned “shuttles” on the Amur: they plan to launch cargo transportation by electric vehicles on the bridge to China // Amurskaya Pravda. 2022. No. 22. URL: <https://ampravda.ru/2022/06/09/0113251.html> (accessed: 10.11.2022).
9. Korol R. G., Chislov O. N. Transport and logistics architecture of multimodal transportation of the Amur basin // News of the Transsib. Omsk, 2022. No. 3 (51). P. 145–155. ISSN 2220-4245.





**Алик Александрович Чеботаев**

**Alik A. Chebotaev**



**Андрей Михайлович Ивахненко**

**Andrey M. Ivakhnenko**



**Дмитрий Аликович Чеботаев**

**Dmitry A. Chebotaev**



**Нгуен Тунг**

**Nguyen Tung**

## Две сущности транспорта в интегральной логистике

### Two essences of transport in integrated logistics

#### Аннотация

В статье сформулированы для публичного обсуждения новые определения логистики как науки и как средства рыночно-хозяйственной деятельности. Рассмотрены вопросы создания и функционирования новой полной интегральной внутрифирменной логистической цепи. Анализируется объединяющая роль транспорта и его технологическая и экономическая сущность в логистике. Даны рекомендации по расчету временных «стыков» в узлах для мультимодальных, смешанных сообщений логистических цепей.

**Ключевые слова:** логистика, транспорт, сущность транспорта в логистике, полная интегральная логистическая цепь, перевалочные узлы.

#### Abstract

The article formulates new definitions of logistics as a science and as a means of market and economic activity for public discussion. The issues of creation and functioning of a new complete integrated intra-company logistics chain are considered. The unifying role of transport and its technological and economic essence in logistics are analyzed. Recommendations are given on the calculation of temporary “junctions” in the nodes for multimodal, combined traffic of logistics chains.

**Keywords:** logistics, transport, the essence of transport in logistics, complete integrated logistics chain, transshipment hubs.

#### Авторы Authors

**Алик Александрович Чеботаев**, д-р техн. наук, профессор ФГБУ «Научный центр по комплексным транспортным проблемам Министерства транспорта Российской Федерации», Москва | **Андрей Михайлович Ивахненко**, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Менеджмент» Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), Москва | **Дмитрий Аликович Чеботаев**, заместитель генерального директора ICT Logistics, Москва | **Нгуен Тунг**, аспирант Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), Вьетнам

**Alik A. Chebotaev**, Doctor of Technical Sciences, Professor of Federal State Budgetary Institution “Scientific Center for Complex Transport Problems of the Ministry of Transport of the Russian Federation”, Moscow | **Andrey M. Ivakhnenko**, Doctor of Technical Sciences, professor, head of the “Management” chair of the Moscow Automobile and Road State Technical University (MADI), Moscow | **Dmitry A. Chebotaev**, Deputy General Director ICT Logistics, Moscow | **Nguyen Tung**, Post-graduate student of Moscow Automobile and Road State Technical University (MADI), Vietnam

Особенность грузового транспорта как отрасли отечественной экономики заключается в том, что он принимает участие в воспроизводственном цикле материального производства, начиная от снабжения, самого производства и конечного потребления. Практически ни один материальный ресурс снабжения и ни одна готовая продукция не сможет попасть к потребителю, минуя стадию транспортной перевозки. И поэтому в цене любого товара есть доля добавленной транспортом стоимости в виде его тарифа.

В рыночно-хозяйственной деятельности транспорт взаимодействует с различными отраслями экономики, влияя на их технологические процессы. Эти взаимодействия описываются в отечественных и зарубежных научных публикациях по-разному: в одном случае — «качество перевозок» или «транспортная логистика», в другом — логистика в самых различных сочетаниях с другими словами, в том числе и как логистическая экономика. Однако во всех публикациях не выделена роль и сущность транспорта в логистических цепях, который имеет весьма специфическую особенность выполнять одну и ту же работу, но разными видами транспорта.

Ниже нами сформулировано новое определение логистики как науки и как средства рыночно-хозяйственной деятельности.

*Логистика как наука* — это область знаний о закономерностях движения материальных, информационных, денежно-финансовых потоков и временных складских запасов, функционирующих в единой системе производителей, транспорта и конечных потребителей. Математически это может быть записано как непустое множество  $L$ , состоящее из трех подмножеств:

$$L = (\{L.1\}, \{L.2\}, \{L.3\}),$$

где  $L.1$  (материальный поток)  $\in L$ ;  $L.2$  (информационный поток)  $\in L$ ;  $L.3$  (денежно-финансовый поток)  $\in L$ .

*Логистика в рыночно-хозяйственной деятельности* — это функционирование единой интегральной цепи поставок с временными складскими запасами, эффективность которых была бы выше, если бы каждый из участников этой потоковой цепи действовал отдельно и независимо. Складские запасы рассматриваются в логистике как остановленные на временное хранение материальные потоки.

Как следует из этих определений, транспорт сохраняет за собой свои фундаментальные перевозочные задачи. Очевидно, что без транспорта нет логистики (как и транспортной логистики). Есть логистика движения материальных потоков и транспорт, обеспечивающий это движение.

На основании проведенного системного анализа работ [1–15] построена графическая схема функционирования новой внутрифирменной полной интегральной трехзвенной логистической цепи (рис. 1).

Полная интегральная логистическая цепь поставок с эмерджентными свойствами ( $L_{ц}$ ) представляет собой единую трехзвенную систему. Первое входящее звено — снабжение  $L_{ц1}$  обеспечивает, с участием транспорта, поставку материальных ресурсов в виде сырья, агрегатов, компонентов для перерабатывающего производственного звена. Второе звено  $L_{ц2}$  является производственно-технологическим, которое производит, с участием внутриотраслевого транспорта, готовую товарную продукцию. Третье звено  $L_{ц3}$  является выходящим, завершающим в цепи поставок и с помощью транспорта участвует в реализации на рынке произведенной товарной продукции. Эффективное управление материальными потоками реализуется с помощью циркулирующих информационно-управленческих и денежно-финансовых потоков (рис. 1).

Основная цель функционирования логистических однопродуктовых цепей поставок заключается в бесперебойном обеспечении производственного процесса и реализации готовой продукции на рынке с конкурентоспособными минимальными логистическими издержками. В качестве критериев оценки эффективности и конкурентности единых цепей поставок используется натуральный и стоимостный измеритель.

Анализ функционирования логистических цепей поставок показывает, что если воспользоваться временным параметром в виде движения технологического процесса по принципу «начало-конец» слева направо, то можно обозначить начальное вхождение материального потока через латинскую букву  $t$ . Тогда время поставки конечной продукции составит:

$$t_{\text{кон}} = t + \Delta t \times n_{\text{зв}},$$

где  $\Delta t \times n_{\text{зв}}$  является временем приращения  $\Delta t$  в  $n_{\text{зв}}$ -х звеньях логистических интегральных цепей.

На основании изучения этого «нормативного» временного критерия можно оценить степень замедления или ускорения логистического обслуживания в сравнении с окружающими конкурентами на рынке. Теоретически с точки зрения этого натурального критерия времени можно считать, что такие логистические технологии будут эффективными тогда, когда величина приращения времени  $\Delta t$  будет стремиться к нулю. Математически предел формулы  $t_{\text{кон}} = t + \Delta t \times n$  будет равен:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{(t + \Delta t \times n)}{t} = \frac{t}{t} + \Delta t \times \frac{n}{t} = 1 + \frac{0}{t} \cong 1 \text{ при } \Delta t \rightarrow 0. \quad (2)$$

Таким образом, пределом временного натурального критерия эффективности логистики является единица, что характерно и практически исключительно для управленческо-информационных потоков, где скорости достигают 300 тыс. км в секунду. Для реальной оценки конкурентоспособности логистических проектов

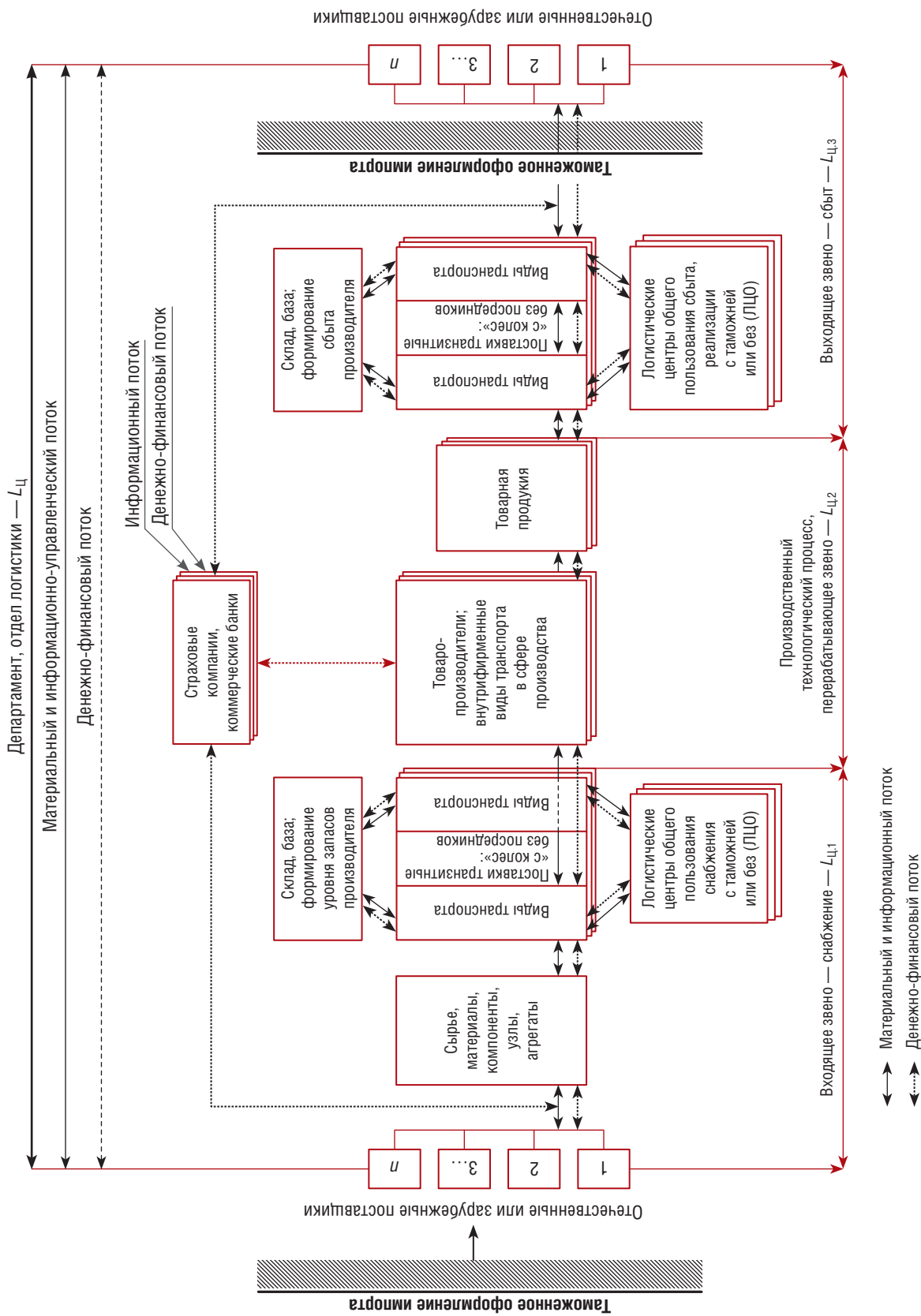


Рис. 1. Схема функционирования внутрифирменной полной интегральной трехзвенной логистической цепи

А. А. Чеботаяев, А. М. Ивахненко, Д. А. Чеботаяев, Н. Тунг | Две сущности транспорта в интегральной логистике

целесообразно проводить инструментальные измерения значений среднего времени доставки определенных товарных групп с учетом различных видов транспортных сообщений и особенно для клиентов, работающих по наиболее эффективной системе «точно в срок».

В то же время основным критерием оценки эффективности логистических проектов является стоимостная оценка логистических услуг, т.е. цена  $C_n$  в рыночно-хозяйственной деятельности. Цена  $C_n$  конкурирующих на рынке логистических услуг в каждом конкретном условиях определяется по известной формуле

$$C_n = [C \times (1 + R/100)], \text{ руб.}, \quad (3)$$

где  $C$  — себестоимость затрат логистических услуг в цепи поставок, руб.;  $R$  — фактическая рентабельность логистических услуг на рынке, %.

Логистическая цена  $C_n$  — это та доля стоимости, которая добавляется к отпускной цене товарной продукции. Очевидно, что, чем меньше цена произведенной товарной продукции, тем меньше в ней доля стоимости логистических услуг. Пользуясь этим стоимостным критерием, можно оценить уровень эффективности логистических проектов.

В соответствии с определением логистики и данными рис. 1, видна объединяющая «движущая» роль транспорта, которая детализируется в потоках цепи поставок по основным ее сущностям.

## Первая сущность транспорта

Используемые виды транспорта, в соответствии с рис. 1, во входящем звене снабжения ( $L_{ц1}$ ) и в выходящем, сбытовом звене ( $L_{ц3}$ ) не участвуют в производственном, перерабатывающем процессе. В этих звеньях логистических поставок транспорт используется только тогда, когда материальные ресурсы или готовая продукция поступает в систему купли-продажи, т.е. в товарное обращение. И транспорт в сфере обращения в начале и в конце логистической цепи поставок становится ее составной частью. Они не могут реализовываться без участия транспорта, в том числе и поставки товаров в государственных и муниципальных закупках.

## Роль входящего и выходящего звена в функционировании логистической цепи

Основными факторами, влияющими на выбор варианта входящего звена логистической цепи ( $L_{ц1}$ ), являются:

- анализ информации о размещении поставщиков,

средней стоимости тонны поставляемых материальных ресурсов и их качества;

- наличие и емкости складских систем снабжения;
- выбор модели управления запасами материальных ресурсов: с оптимальной партией поставок или с фиксированным временем поставки;
- установление величины пороговых уровней различных видов запасов;
- таможенное оформление при импорте материальных ресурсов;
- выбор наиболее эффективных видов транспорта общего пользования и каналов поставок с учетом мультимодальных сообщений;
- формирование логистических издержек снабжения и их контроль;
- выбор наиболее эффективных способов снабжения через систему внутрифирменных или межфирменных логистических центров общего пользования (ЛЦО);
- оценка доли издержек снабжения в общей цене логистических услуг.

Основными факторами, влияющими на выбор варианта выходящего звена логистической цепи ( $L_{ц3}$ ), являются:

- анализ информации о емкости рынка выпускаемой товарной продукции и динамике ее цены;
- таможенное оформление при экспорте своей товарной продукции;
- учет возврата некондиционной продукции потребителями;
- выбор наиболее эффективных видов транспорта общего пользования и каналов поставок с учетом мультимодальных сообщений;
- наличие и емкости складских систем сбыта;
- формирование логистических издержек сбыта и распределения и их контроль;
- выбор наиболее эффективных способов сбыта и распределения товарной продукции через внутрифирменные и межфирменные логистические центры общего пользования (ЛЦО);
- оценка доли издержек сбыта и распределения в общей цене логистических услуг.

Важное значение для функционирования входящего и выходящего, а также и для производственного звена полной интегральной логистической цепи имеют складские системы для временного хранения запасов материальных ресурсов и готовой товарной продукции. Запасы, как временно «прерванные» материальные потоки фирмы, корпорации создают по различным причинам: из-за нарушения сроков поставок, изменения интенсивности производства, некомплектности поставок, изменения погодных условий, неожиданной замены одного вида транспорта общего пользования на другой и др. Основные проблемы, возникающие в системе любых запасов, заключаются в использовании двух известных систем: с установлением фиксированных партий поста-



вок или с определением периода (времени) поставок. Заказы в первом случае делаются тогда, когда величина запаса снижается до определенного уровня, и повторный заказ реализуется при снижении запаса до некоторой точки заказа. Повторные заказы во втором случае делаются тогда, когда наступает определенный, заранее установленный период времени. Запасы влияют на эффективность всей логистической цепи. Текущие запасы фирм в рыночно-хозяйственной деятельности характеризуются неустойчивостью. Для повышения эффективности складских запасов используются принципы ABC, Парето (80:20) и др.

Для наглядности на рис. 2 приведен пример графика изменения (без дефицита) месячных годовых текущих запасов на логистических складах товаропроизводителей. Из данных рис. 2 видно, что в момент транспортной доставки партии ресурсов запасы достигают максимального значения. Затем они постепенно снижаются, при соответствующем потреблении, до минимума. Текущий запас между max и min обеспечивает ритмичность производственного процесса фирмы до момента возникновения отклонения в транспортных поставках. При отклонениях в поставках возникает дефицит и необходимость использования уже страховых запасов, что нежелательно.

Уменьшение уровня текущего и страхового запаса до нуля приводит к остановке производственно-технологических процессов и даже к остановке производства. Максимальный текущий запас является границей «затоваривания».

В мировой практике для оптимизации однопродуктовых партий заказа используется известная формула Ф. Харриса-Уилсона:

$$q_n = \sqrt{\frac{2 \times C \times Q}{y}}, \quad (4)$$

где  $C$  — издержки на доставку (тариф), организацию перевозки;  $Q$  — объем спроса;  $y$  — издержки складского хранения (в доле от цены товара).

Если возникает производственная необходимость установить очередность новых поставок по формуле (4), то в построенных координатах текущих запасов  $Q$  и времени  $t$  фиксируются две, например, ежемесячные точки (рис. 2). Одна точка определяет возникающую временную точку, сигнализирующую о необходимости нового заказа, а вторая — фиксирующую уже фактическую доставку требуемой партии  $q_n$ . Удаленность между этими двумя точками определяется временем запаздывания транспортной доставки ( $t_{\text{дост}}$ ). В результате оптимальное значение по вышеприведенной формуле  $q_n$  должно корректироваться в реальных условиях на величину находящегося в пути текущего транспортного запаса, равного произведению интенсивности расхода (потребления) на время запаздывания ( $t_{\text{дост}}$ ).

Идеальными считаются поставки с переработкой материальных потоков по бесскладской системе «с колес», что требует четкого согласования управления по времени транспортной доставки и технологического процесса производства. В такой бесскладской системе согласованность действий транспорта и производства недопустима.

Транспорт общего пользования во входном и выходном звене полной интегральной логистической цепи осуществляет в сфере обращения перевозку сырья, материалов, комплектующих и готовой продукции из пунктов их производства к пунктам конечного использования. При определении каналов товародвижения возникают проблемы, связанные с выбором вида склада для временного хранения, маршрута и видов транспорта для определенного объема товарных ресурсов, который должен быть доставлен в конкретный пункт назначения.

Наилучшим решением является аналитический расчет временных «стыков» различных видов транспорта. Возникающие при этом противоречия между различными видами транспорта в мультимодальном, смешанном сообщении и товаровладельцами приводят к существенным потерям времени доставки. Особенно это проявляется в узловых, перегрузочных стыковых пунктах логистических цепей различной длины. Конечно, одновременное управление перевозкой, погрузкой, разгрузкой, перегрузкой, складской деятельностью требует значительных организационных усилий логистов. Возникающая несогласованность приводит к неравномерной загрузке таких узловых пунктов: избытку или недостатку парков транспортных средств в перегрузочных узлах или нерациональной загрузке этих перегрузочных узлов (рис. 3).

В качестве наглядного примера роли транспорта общего пользования в обеспечении функционирования логистического звена  $L_{ц1}$  или  $L_{ц3}$  на рис. 3 приведена схема мультимодальной совмещенной технологии перевозок готовой продукции. В мультимодальной перевозке используется четыре вида транспорта общего пользования. Критерием эффективности перевозок принят натуральный измеритель — время: от времени отправления до времени прибытия товаров с учетом процесса перегрузки по принципу перевалки «с колес». Ниже описана технология «стыка» четырех видов транспорта.

Первое условие «стыка» при заданном начальном времени движения с грузом  $t_0^a$  автомобильного транспорта с воздушным. Математически время «стыка» рассчитывается по равновесному уравнению (рис. 3):

$$t_0^a + t_{\text{дв.г}}^a + t_{\text{пер}} = t_{\text{дв.п}}^a + t_0^c,$$

время начала взлета воздушного грузового судна:

$$t_0^c + t_0^a + t_{\text{дв.г}}^a + t_{\text{пер}} - t_{\text{дв.п}}^c, \quad (6)$$

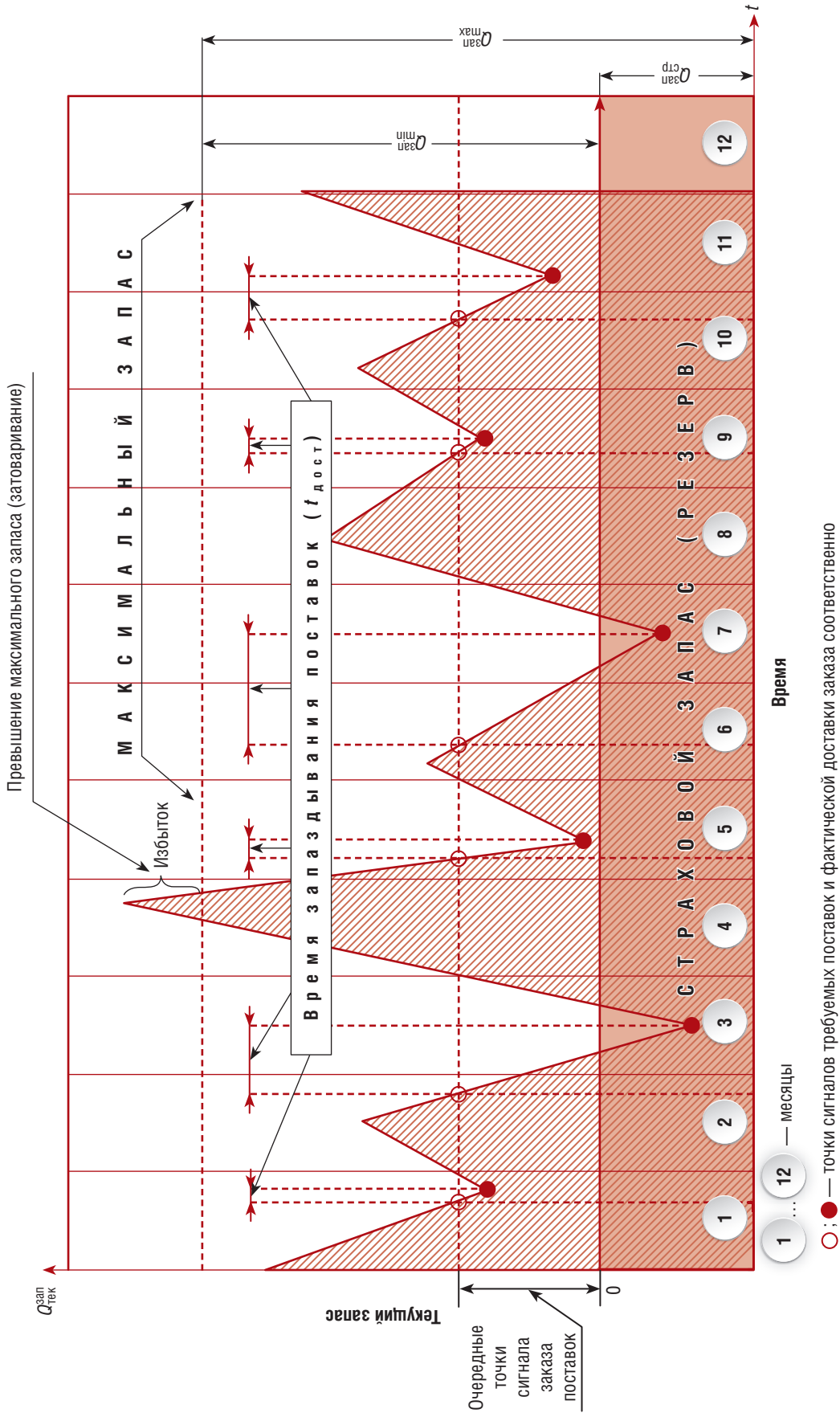


Рис. 2. Характер помесячного изменения текущего складского запаса товаропроизводителя в течение года

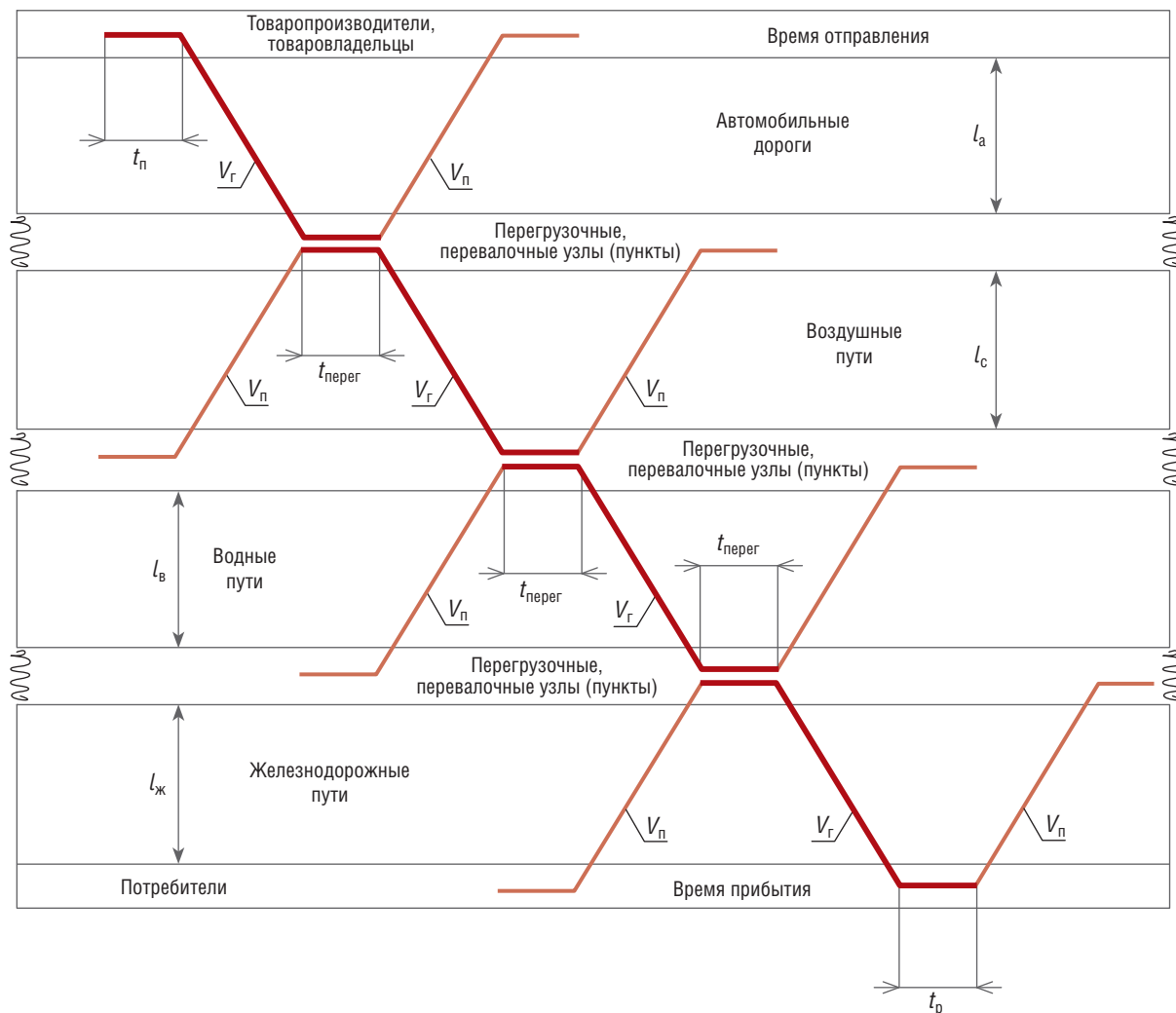


Рис. 3. Схема мультимодальной совмещенной технологии перевозки товаров-грузов в интегральной цепи:  
 $V_r, V_n$  — грузовая, порожняя скорость;  $t_n, t_p$  — время погрузки и разгрузки, оформление документов;  
 $l_a, l_c, l_b, l_{ж}$  — расстояние перевозки автомобильным, воздушным, водным, железнодорожным транспортом;  
 $t_{перег}$  — время перегрузки, перевалки, оформления документов в узлах

где  $t_0^a$  — заданное начальное время движения уже груженого автомобильного транспортного средства;  $t_{дв.г}^a$  — время движения автомобильных транспортных средств с грузом;  $t_{дв.п}^c$  — время прилета порожнего грузового воздушного судна в аэропортовый узел (полученное делением расстояния на скорость порожнего полета);  $t_0^c$  — искомое время начала полета порожнего грузового судна от аэропорта отправления в аэропорт загрузки;  $t_{пер}$  — время перегрузки товаров-грузов в перевалочном воздушно-автомобильном узле.

Второе условие равновесного «стыка» между воздушным и водным видом транспорта математически рассчитывается с учетом начальной погрузки у товаропроизводителя по равновесному уравнению (рис. 3):

$$t_0^a + t_{дв.г}^a + t_{пер} + t_{дв.г}^c = t_{дв.п}^b + t_0^b,$$

время начала хода порожнего водного судна:

$$t_0^b = t_0^a + t_{дв.г}^a + t_{пер} + t_{дв.г}^c - t_{дв.п}^b, \quad (7)$$

где  $t_0^b$  — искомое время выхода порожнего водного судна в перевалочный узел;  $t_{дв.п}^b$  — время хода порожнего судна в перевалочный воздушно-водный узел (равный делению протяженности водного пути на скорость хода порожнего судна);  $t_{дв.п}^c$  — время прилета порожнего грузового воздушного судна в аэропортовый узел (полученное делением расстояния на скорость порожнего полета);  $t_{пер}^{c,b}$  — время перегрузки товара-груза в водно-воздушном перевалочном узле.

Третье условие «стыка» между водным и железнодорожным транспортом математически рассчитывается с учетом затрат времени автомобильного, воздушного и водного транспорта по равновесному уравнению (рис. 3):

$$t_0^a + t_{дв.г}^a + t_{пер} + t_{дв.г}^b = t_{дв.п}^{ж} + t_0^{ж},$$

время начала движения железнодорожного вагона:

$$t_0^{ж} = t_0^a + t_{дв.г}^a + t_{пер} + t_{дв.г}^b + t_{дв.п}^{ж} - t_0^{ж}, \quad (8)$$

где  $t_0^{ж}$  — искомое время начала движения порожних вагонов в железнодорожном составе от станции отправления в перегрузочный узел;  $t_{дв.п}^{ж}$  — время движения порожних вагонов в железнодорожном составе от станции отправления в перевалочный водно-железнодорожный узел (равный делению расстояния пути на скорость «порожних» вагонов);  $t_{пер}^{в,ж}$  — время перегрузки товара-груза в водно-железнодорожном перевалочном узле.

Полученные аналитические зависимости в случае возникновения межтранспортных конфликтов позволят сделать правильный выбор в пользу формирования согласованного критического пути, обеспечивающего общий временной выигрыш в мультимодальных перевозках. В итоге транспорт общего пользования во входном и выходном звене обеспечивает доставку необходимых партий товаров-грузов, влияя на конечную эффективность всей логистической цепи.

Таким образом, в сфере обращения технологическая сущность транспорта в интегральной логистике заключается в осуществлении перевозочного процесса материальных ресурсов, которые после производства поступают в систему купли-продажи и становятся товаром.

Экономическая сущность транспорта в сфере обращения во входящем и выходящем звене интегральной логистической цепи поставок определяется по уравнению:

$$D \rightarrow \begin{matrix} \nearrow P \\ T \\ \searrow C_n \end{matrix} \rightarrow T_{пр} \rightarrow D'(D + d), \quad (9)$$

где  $D$  — начальные денежные средства;  $D'$  — приращенные, как сумма начальных и приращенных в процессе перевозки денежных средств ( $d$ );  $P$  — рабочая сила;  $C_n$  — средства производства (транспортные средства, пути сообщения и др.);  $T_{пр}$  — транспортный, перевозочный процесс (транспортная продукция как услуга, без создания новой стоимости).

Из формулы (9) следует, что транспорт в сфере обращения в обоих логистических звеньях  $L_{ц1}$  и  $L_{ц3}$  функционирует отдельно от производственных процессов, не создавая новой стоимости. Издержки, связанные со складским хранением и транспортной перевозкой в логистической цепи, добавляются к отпускной цене товарной продукции.

## Вторая сущность транспорта

В соответствии с рис. 1, вторым звеном новой полной интегральной логистической цепи является перерабатывающее производство реального сектора экономики ( $L_{ц2}$ ). Производственное звено различных фирм, корпораций в реальном секторе материального производства весьма разнообразно как по структуре, так и по воздействию на эффективность одно- или многопродуктовой логистической цепи. Участие логистов в формировании технологических внутрифирменных процессов в звене  $L_{ц2}$  сводится к следующим функциональным задачам:

- изучение отечественной и зарубежной существующей перспективной технологии сборочного производства, формирующей потоки, и систем мотивации персонала с целью повышения качества труда;
- учет влияния на производственный процесс входящего и выходящего логистического звена (своевременный анализ цены, спроса и предложения на выпускаемую товарную продукцию);
- изучение взаимосвязи между интенсивностью выпускаемой продукции, складскими емкостями и грузоподъемностью транспортных средств;
- разработка способов по снижению времени производственных потоковых процессов изготовления продукции;
- выбор использования фирменных, своих или специализированных логистических складов общего пользования (ЛЦО);
- эффективное сопоставление вариантов выбора.

Как известно, основной целью товаропроизводителя является выход на товарный рынок с конкурентоспособным товаром. И если имеющиеся внутренние ресурсы фирмы, корпорации неадекватны потребительским свойствам выпускаемой на рынок продукции, то разработка перспективных планов реализации логистических услуг теряет практический смысл.

Все внутрифирменные технологические процессы реализуются через специфический производственный менеджмент, который сосредоточивается на реализации современных систем производства товарной продукции. Наиболее известными системами, получившими мировое распространение, являются японские системы для машиностроительных потоковых производств типа «Канбан», «Кайдзен» (система постоянного совершенствования), а также «тощие» технологии, графики Ганта, «тянущие» системы США и др. Необходимо отметить, что наибольший вклад в использование новых поточных технологий в автомобильное машиностроение внес японский предприниматель Т. Оно. Предложенная им таблица («Канбан») содержит информа-



цию о месте изготовления, хранения, с номером каждой сборочной детали, с точным указанием, на какой конвейерный пост подается партия деталей на сборку. По сути, диспетчерские функции о производстве переведены из заводской административной службы в цех. Вся технологическая система «Канбан» основана на трех принципах:

1) рациональная организация производственного процесса;

2) эффективное управление персоналом, основанное на групповом, так называемом бригадном, методе подряда, на трудовой и дисциплинарной мотивации японских рабочих, ранее применяемой в советский период развития;

3) управление временем с составленным гибким графиком выхода на работу в зависимости от интенсивности сборочного производства.

Благодаря внедрению таких систем современная японская машиностроительная продукция по своим качественным характеристикам до сих пор находится вне конкуренции в мире. Попытки полностью внедрить эту систему в различных странах мира значительного успеха не имеют — там нет японских рабочих с высокой степенью коллективного самоконтроля и постоянного совершенствования качества.

Однако в этих технологических машиностроительных новинках не исследуется существенная роль транспорта. В некоторых публикациях производственное, перерабатывающее звено  $L_{ц2}$  рассматривается как «логистика производственных процессов», что не соответствует нашему определению понятия «логистика». В то же время, как видно из схемы (рис. 1), во внутрифирменной логистической цепи в звене  $L_{ц2}$  все-таки используются различные виды транспорта. Таким образом, в перерабатывающем звене транспорт применяется непосредственно в производственных процессах различных отраслей материального производства: в сельском и лесном хозяйстве, строительстве, черной и цветной металлургии, добыче полезных ископаемых и т.п. Это так называемый в статистике промышленный транспорт, включающий конвейерный, ленточный, пневматический, автомобильный, железнодорожный, трубопроводный и др. Поэтому производственное звено  $L_{ц2}$  полной интегральной логистической цепи поставок не должно рассматриваться изолированно от используемых видов транспорта.

Например, наблюдаемая общемировая тенденция развития специализированных производств как одной из форм разделения труда выражается в появлении многочисленных узкоспециализированных производств для эффективного обеспечения поставок многооперационным производствам.

Современный уровень логистических научных знаний и имеющиеся рыночно-хозяйственные данные пока не позволяют предложить универсальную и достаточно надежную методическую процедуру взаимодействия раз-

личных видов транспорта, отвечающую любым производственно-технологическим процессам. Однако можно предложить некий общеметодический подход, который может быть использован в конкретных логистических условиях фирм и корпораций. Он построен на принципах эффективности использования специализированных производств материальных потоков по формуле:

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{сп}} = [(C_{\text{вн}} + T_{\text{вн}}) - (C_{\text{сп}} + T_{\text{сп}})] \times Q_{\text{сп}}; \text{ при } \Delta \mathcal{E}_{\text{сп}} > 0, (10)$$

где  $\Delta \mathcal{E}_{\text{сп}}$  — транспортно-производственный эффект специализации товарных потоков;  $C_{\text{вн}}$ ,  $C_{\text{сп}}$  — удельная себестоимость собственного и специализированного (получаемого через систему ЛЦО) производства соответственно;  $T_{\text{вн}}$ ,  $T_{\text{сп}}$  — удельные внутрифирменные и ЛЦО общего пользования транспортные расходы соответственно;  $Q_{\text{сп}}$  — объем материального потока, переключаемого на систему специализированных поставок.

Промышленный внутрифирменный транспорт широко используется для обеспечения материальных потоков при добыче закрытым и открытым карьерным способом полезных ископаемых: каменного, бурого угля, гравия, песка, золотосодержащих, черных, цветных руд, платины, алмазов и др., для вывоза леса, урожая. Доля добывающих отраслей экономики в ВВП страны составляет 12–14 %. В мировой горнодобывающей отрасли наибольшее распространение получил открытый, карьерный способ с использованием конвейерного, железнодорожного и автомобильного транспорта в виде даже беспилотных самосвалов грузоподъемностью до 500 т. Это общая мировая тенденция, так как увеличение грузоподъемности самосвалов повышает рентабельность карьерных работ при меньшем парке транспортных средств.

Существует принципиальное отличие между транспортом общего пользования, обслуживающим входящее и выходящее звено, и промышленным транспортом, внутрифирменным. Так как основной целью первого вида транспорта является участие в перевозке уже произведенной продукции, попавшей в систему купли-продажи, а второго — участие во внутрифирменной перевозке различных ресурсов непосредственно в технологическом производственном процессе, то в этом случае внутрифирменный транспорт в любых отраслях экономики превращается в средство производства технологических процессов, участвуя таким образом в создании новой стоимости, и выступает как элемент интегральной цепи поставок.

Таким образом, технологическая сущность промышленного транспорта в логистике как средства производства заключается в осуществлении перевозок элементов еще незавершенного производства.

В итоге экономическая сущность внутрифирменного транспорта в интегральной цепи как средства производства определяется известной формулой К. Маркса о кругообороте капитальных инвестиций:

$$D \rightarrow T \begin{cases} \nearrow P \\ \searrow C_n \end{cases} \rightarrow \Pi \rightarrow T'(T + \tau) \rightarrow D'(D + D), \quad (11)$$

где  $D, D'$  — денежные средства (с долевым участием транспорта) до и после реализации проекта соответственно;  $T, T'$  — товарная продукция (с долевым участием транспорта) до и после реализации проекта соответственно;  $P, C_n$  — рабочая сила и средства производства (с участием транспорта);  $\Pi$  — производственный процесс (с участием транспорта) в создании новой стоимости.

Из данных формулы (11) следует, что транспорт является частью материального производства, и производимая доля транспортных издержек включается в отпускную цену производимой товарной продукции, превращаясь в некую транспортную промышленность\*.

## Выводы

Выполненное исследование показывает, что внутрифирменное формирование новой полной интегральной логистической цепи в значительной степени зависит от эффективности транспорта как в сфере обращения, так и в сфере производства. В исследовании проведен аналитический анализ как технологической, так и экономической сущности транспорта в логистике. Разработанные аналитические зависимости показывают, что временные «стыки» являются важными критериями эффективности мультимодальных, смешанных сообщений. Детальную проверку новых определений логистики планируется провести в последующих дискуссиях. **ИТ**

## Список литературы

1. Аникин Б. А. Логистика. М. : ИНФРА-М, 1999; 2001.
2. Чеботаев А. А., Чеботаев Д. А. Логистика и менеджмент товародвижения. М. : Экономика, 2012.
3. Логистические технологии : справочник. М. : Сандика Плюс, 2006.
4. Агуреева О. В. Краткий курс по логистике. М. : Окей-книга, 2009.
5. Рахмангулов А. Н. и др. Транспортная логистика. Магнитогорск : Издательский центр МГТУ, 2020.
6. Кретов И. И., Садченко К. В. Логистика во внешнеэкономической деятельности. М. : Дело и Сервис, 2006.
7. Манжай И. С. Логистика. М. : Приор, 2007.
8. Неруш Ю. М. Логистика. М. : Проспект, 2011.
9. Чеботаев А. А., Чеботаев Д. А. Логистика – синергетическая, качественная услуга в цене поставляемых товарных ресурсов. М. : Экономика, 2009.
10. Миротин Л. Б., Некрасов А. Г. Логистика интегрированных поставок. М. : Экзамен, 2003.
11. Логистика. Транспорт и склад в цепи поставок. М. : Росбукх, 2008.
12. Мате Э., Тиксье Д. Логистика. СПб. : Нева ; М. : Олма-Пресс Инвест, 2003.
13. Стаханов В. Н., Шеховцев Р. В. Торговая логистика. М. : Приор, 2000.
14. Лещенко М. И. Основы логистики. М. : Финансы и статистика, 2002.
15. Чеботаев А. А. Логистика. Логистические технологии. М. : Дашков и К, 2002.

## References

1. Anikin B. A. Logistics. M. : INFRA-M, 1999; 2001.
2. Chebotaev A. A., Chebotaev D. A. Logistics and commodity movement management. M. : Economics, 2012.
3. Logistics technologies : handbook. M. : Sandika Plus, 2006.
4. Agureeva O. V. Short course in logistics. M. : Okey-book, 2009.
5. Rakhmangulov A. N. et al. Transport logistics. Magnitogorsk : Publishing Center of MSTU, 2020.
6. Kretov I. I., Sadchenko K. V. Logistics in foreign trade. M. : Business and Service, 2006.
7. Manzhai I. S. Logistics. M. : Prior, 2007.
8. Nerush Y. M. Logistics. M. : Prospect, 2011.
9. Chebotaev A. A., Chebotaev D. A. Logistics is a synergetic, high-quality service in the price of the supplied commodity resources. M. : Economics, 2009.
10. Mirotin L. B., Nekrasov A. G. Logistics of integrated supplies. M. : Exam, 2003.
11. Logistics. Transport and warehouse in the supply chain. M. : Rosbukh, 2008.
12. Mate E., Tiksier D. Logistics. St. Petersburg : Neva ; M. : Olma-Press Invest, 2003.
13. Stakhanov V. N., Shekhovtsev R. V. Trade logistics. M. : Prior, 2000.
14. Leshchenko M. I. Fundamentals of Logistics. M. : Finance and Statistics, 2002.
15. Chebotaev A. A. Logistics. Logistics technologies. M. : Dashkov and K, 2002.

\*Маркс К. Теории прибавочной стоимости. М. : Госполитиздат, 1954. С. 397.



**Дмитрий Германович Неволин**

Dmitry G. Nevolin



**Алексей Алексеевич Цариков**

Aleksey A. Tsarikov



**Виктор Григорьевич Бондаренко**

Viktor G. Bondarenko



**Александр Витальевич Склянный**

Alexander V. Sklyannyi

## Использование трансферной схемы организации автобусных маршрутов при межмуниципальных и межрегиональных перевозках

### The use of a transfer scheme for organization of bus routes in intermunicipal and interregional transportation

#### Аннотация

В статье предложена новая схема организации маршрутов межмуниципального и межрегионального сообщения на автомобильном транспорте. Данная схема предполагает организацию двух отдельных маршрутов, которые меняются пассажирами на середине пути следования. Подобная схема позволяет эффективнее организовать работу водителей, улучшить техническое обслуживание подвижного состава, снизить вероятность дорожно-транспортного происшествия.

**Ключевые слова:** пассажирские перевозки, транспортная сеть, маршрутная сеть, межмуниципальные маршруты, межрегиональные маршруты.

#### Abstract

The article proposes a new scheme for organization of routes of inter-municipal and interregional traffic by road transport. This scheme involves organization of two separate routes, which are changed by passengers in the middle of the route. Such a scheme makes it possible to organize the work of drivers more efficiently, improve the maintenance of road transport fleet, and reduce the probability of a traffic accident.

**Keywords:** passenger transportation, transport network, route network, intermunicipal routes, interregional routes.

#### Авторы Authors

**Дмитрий Германович Неволин**, д-р техн. наук, действительный член Российской академии транспорта, профессор кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: [innotrans@mail.ru](mailto:innotrans@mail.ru) | **Алексей Алексеевич Цариков**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: [Zarikof@mail.ru](mailto:Zarikof@mail.ru) | **Виктор Григорьевич Бондаренко**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: [viktorbondarenko73@mail.ru](mailto:viktorbondarenko73@mail.ru) | **Александр Витальевич Склянный**, магистрант Уральского государственного лесотехнического университета (УГЛТУ), Екатеринбург; e-mail: [caami@mail.ru](mailto:caami@mail.ru)

**Dmitry G. Nevolin**, Doctor of Technical Science, Full member of the Russian Academy of Transport, Professor of the Chair "Design and Operation of Automobiles" of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg; e-mail: [innotrans@mail.ru](mailto:innotrans@mail.ru) | **Aleksey A. Tsarikov**, Candidate of technical sciences, Associate Professor of "Design and Operation of Automobiles" of Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg; e-mail: [Zarikof@mail.ru](mailto:Zarikof@mail.ru) | **Viktor G. Bondarenko**, Candidate of technical sciences, Associate Professor of "Design and Operation of Automobiles" of Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg, e-mail: [viktorbondarenko73@mail.ru](mailto:viktorbondarenko73@mail.ru) | **Alexander V. Sklyannyi**, Student in Master's Program, Ural state forestry university (USFU), Yekaterinburg, e-mail: [caami@mail.ru](mailto:caami@mail.ru)

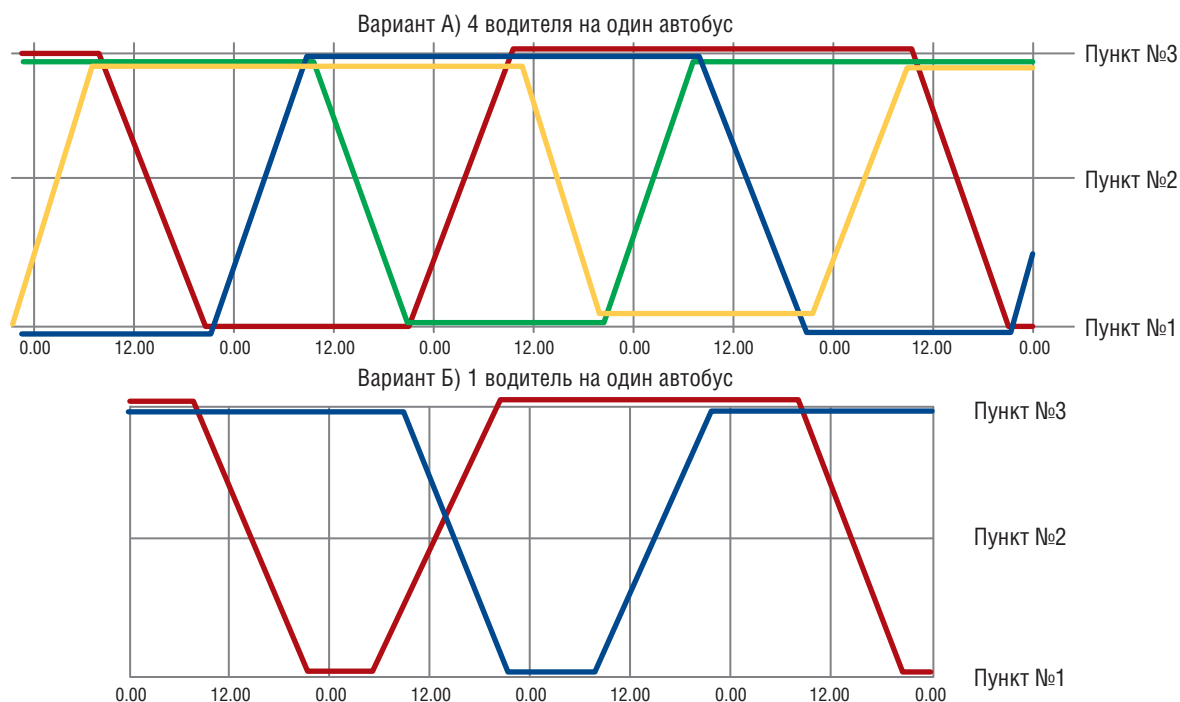


Рис. 1. Схема организации работы водителей на автобусных рейсах большой протяженности

Безопасность дорожного движения является одним из наиболее важных вопросов, учитываемых при организации автомобильного движения. Особое внимание безопасности дорожного движения необходимо уделять при организации пассажирских перевозок на автобусных маршрутах межмуниципального и межрегионального сообщения. Логично, что любое ДТП с участием автобусов на загородных участках автомобильных дорог может привести к ранению нескольких десятков человек одновременно.

В соответствии с Федеральным законом № 196-ФЗ [1], одним из основных принципов обеспечения безопасности дорожного движения является приоритет жизни и здоровья граждан, участвующих в дорожном движении, над экономическими результатами хозяйственной деятельности. Иными словами, вопросы достижения прибыли не должны решаться за счет снижения безопасности движения.

Исследования, проведенные специалистами в области транспорта, указывают на то, что причиной 70–80 % дорожно-транспортных происшествий является человеческий фактор [2]. Кроме того, на вероятность дорожно-транспортного происшествия и его тяжесть существенное влияние оказывает физическое и эмоциональное состояние водителя [3]. Чем больше рабочая смена водителя, а также время его нахождения за рулем, тем выше вероятность дорожно-транспортного происшествия [4, 5].

Для снижения количества дорожно-транспортных происшествий, связанных с усталостью водителя, в Российской Федерации утвержден Приказ Министерства

транспорта № 424, который регламентирует режим труда и отдыха водителей [6]. В соответствии с данным приказом, при суммированном учете рабочего времени продолжительность ежедневной работы (смены) водителей не может превышать 10 часов. Однако это время может быть увеличено до 12 часов в целях завершения перевозки и (или) следования к месту стоянки.

Особенно актуально данное ограничение для автобусных маршрутов большой протяженности, длина которых составляет 500 и более километров в одном направлении. При организации подобных рейсов необходимо направление в рейс двух водителей или смещение обратного рейса на следующий день в случае использования одного водителя.

Если детально рассматривать требования приказа № 424, то очевидно, что все маршруты автобусов, время кругового рейса которых превышает 12 часов (6 часов в одну сторону), требуют от работодателя специальных мер по организации отдыха водителей. Рассмотрим детально схему организации автобусных рейсов, время которых превышает 10 часов.

В соответствии с приказом № 424, продолжительность ежедневного отдыха вместе со временем перерыва для отдыха и питания в течение ежедневного периода должна быть не меньше двойной продолжительности времени работы в предшествующий отдыху рабочий день (смену). Как видно из рис. 1, а, после завершения прямого рейса для водителя предусматривается отдых. Если продолжительность его рейса составляет 11 часов, то ему должен быть предоставлен отдых продолжительностью не менее 22 часов.



Например, если водитель автобуса на рейсе Пункт 3 — Пункт 1 отработал по расписанию 11 часов 30 минут (отправление в 8:20, прибытие в 19:50), то в обратный рейс он может быть допущен на следующий день вечером (по расписанию это 20:26). Таким образом, у водителя организуется двухсуточный режим работы, в котором он работает в первые сутки днем и вечером, а во вторые — вечером и ночью. Особенно тяжелым можно считать обратный рейс в ночное время суток.

Одной из проблем, которую приходится решать работодателю при такой схеме работы маршрута, является размещение водителей на время отдыха после прямого рейса. При этом условия размещения у водителя должны быть такими, чтобы он действительно отдохнул и набрался сил перед рейсом. Однако в большинстве случаев перевозчики организуют схему работы водителей иначе. После завершения прямого рейса водителю дают отдохнуть в Пункте 1 в течение 12 часов. После ночного сна водитель отправляется в обратный рейс в сторону Пункта 3 (рис. 1, б).

Для решения вышеуказанной проблемы авторами статьи предложена трансферная схема организации автобусных маршрутов, которая подразумевает использование одного вида транспорта с пересадкой пассажиров с одного маршрута на другой. Подобная схема перевозки пассажиров широко используется в авиации. При этом время пересадки пассажиров с одного маршрута на другой должно составлять от 1 до 24 часов.

При организации трансферных пассажирских перевозок автобусным транспортом время стыковки не должно превышать 60 минут. В противном случае общее время поездки увеличится до таких значений, что пассажиры просто откажутся от подобной схемы перемещения.

Необходимо отметить, что на автобусных маршрутах большой протяженности обычно предусматривается несколько промежуточных остановок. Сюда следует отнести и перерыв для приема пищи. Учитывая это, авторы предлагают организовать стыковку маршрутов примерно посередине пути. В момент стыковки пассажиры могут отдохнуть, пообедать или просто прогуляться.

Примерно в одно и то же время из Пункта 1 и Пункта 3 отправляются два автобусных рейса до Пункта 2. Достигнув Пункта 2, автобусы обмениваются пассажирами и возвращаются назад. При этом водители первого и второго автобуса после завершения рейса возвращаются домой, где могут полноценно отдохнуть перед следующим рейсом.

Стоит отметить, что трансферная схема организации автобусных маршрутов имеет свои преимущества и недостатки. Первым существенным преимуществом подобной схемы организации маршрутов является возможность водителей полноценно отдохнуть дома после рейса. Второе преимущество заключается в возможности организации в течение суток двух отдельных рейсов как

в направлении того же населенного пункта, так и в другом направлении, т.е. можно организовать не один, а два отдельных рейса до Пункта 3 со стыковкой в Пункте 2. При этом в перерывах между рейсами автобус может вернуться на территорию предприятия и пройти еще одну проверку технической исправности. Это позволит исключить дополнительные поломки в рейсе или, напротив, устранить какие-либо неисправности на территории собственного предприятия с привлечением сил ремонтных служб.

Как указывалось ранее, трансферная схема организации маршрутов широко используется в авиационных перевозках. При этом в аэропорту стыковки (хабе) зачастую стыкуется не два, а гораздо большее число рейсов. Аналогичную схему можно применять и в автобусных перевозках. Организация на одном автовокзале нескольких стыковочных маршрутов позволит за счет эффекта массовости увеличить количество привлекаемых пассажиров.

Однако трансферная схема организации маршрутов имеет и свои недостатки (табл. 1). Для организации стыковочных маршрутов необходимо использовать два отдельных автобуса, принадлежащих разным собственникам. В случае маршрута Пункт 3 — Пункт 1 желательно, чтобы перевозчики базировались именно в этих городах.

Еще одной проблемой в работе трансферных маршрутов является процесс продажи билетов. Билеты на поезда и самолеты в последние 10–15 лет продаются через электронные системы, позволяющие купить билеты на любые даты и любые направления. В автобусных перевозках, зачастую даже в пределах одной области, на данный момент нет единой системы продажи билетов. В минимально возможном варианте компании-партнеры, осуществляющие перевозки по трансферным маршрутам, должны иметь общую систему продажи билетов. В противном случае организовать работу маршрутов просто не получится.

Достаточно серьезной проблемой является неравномерность загрузки салона пассажирами по мере движения по маршруту. Например, рейс от Пункта 3 до Пункта 2 может быть загружен на 100 %, а обратный рейс из Пункта 2 примет на борт минимальное число пассажиров.

Учитывая, что подобная схема организации автобусных маршрутов подходит далеко не для всех направлений, авторы провели анализ существующей сети пассажирского транспорта одной из областей Российской Федерации. В результате анализа выявлено, что на территории области функционируют 19 маршрутов, протяженность которых в одну сторону составляет 400 и более километров. Наиболее протяженные автобусные маршруты организованы на север и северо-восток области. При этом на дорогу от места назначения до места прибытия пассажир тратит от 8 до 12 часов.

Наибольшая доля маршрутов в области имеет протяженность менее 50 км (рис. 2). Как известно, такую

**Преимущества и недостатки трансферной схемы перевозки пассажиров**

Преимущества	Недостатки
Полноценный (домашний) отдых водителя после завершения рейса	Необходимость использования двух автобусов у двух различных перевозчиков в процессе обслуживания маршрута
Увеличение частоты проверок технического состояния автобуса в течение суток	Необходимость использования единой электронной системы продажи билетов, связывающей несколько автовокзалов и автостанций
Возможность стыковки маршрутов нескольких направлений	Неравномерность загрузки автобуса при движении по маршруту
Привлечение большего числа пассажиров за счет стыковок нескольких направлений	
Более короткие рейсы, снижающие вероятность схода автобуса с линии	

протяженность имеют пригородные маршруты. На данную группу приходится 185 маршрутов, или 36,1 % от общего числа маршрутов, эксплуатируемых на территории региона. Организация трансферных перевозок на маршрутах протяженностью от 50 до 200 км неэффективна. Такие рейсы спокойно обслуживаются одним водителем в течение смены протяженностью 8 часов.

По мнению авторов, трансферные маршруты на территории области целесообразно использовать на рейсах протяженностью более 300 км. Как видно из рис. 2 и табл. 2, общее число таких маршрутов в области составляет 31 единицу, или 6 % от общего количества маршрутов (обозначены на рис. 2 красным цветом). В некоторых случаях трансферные маршруты могут быть эффективны при дальности рейса от 200 до 300 км (рис. 2, синий столбец).

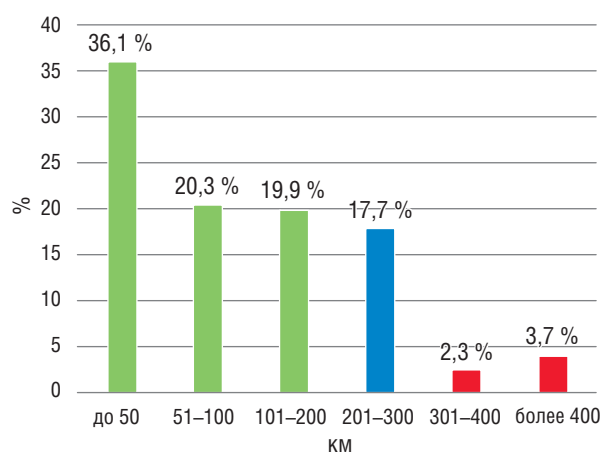


Рис. 2. Процентное распределение автобусных маршрутов, организованных на территории области, по протяженности

Таблица 2

**Распределение пригородных и междугородных автобусных маршрутов области по протяженности**

Протяженность маршрутов, км	Количество маршрутов	Доля от общего количества, %
до 50	185	36,1
51-100	104	20,3
101-200	102	19,9
201-300	91	17,7
301-400	12	2,3
более 400	19	3,7

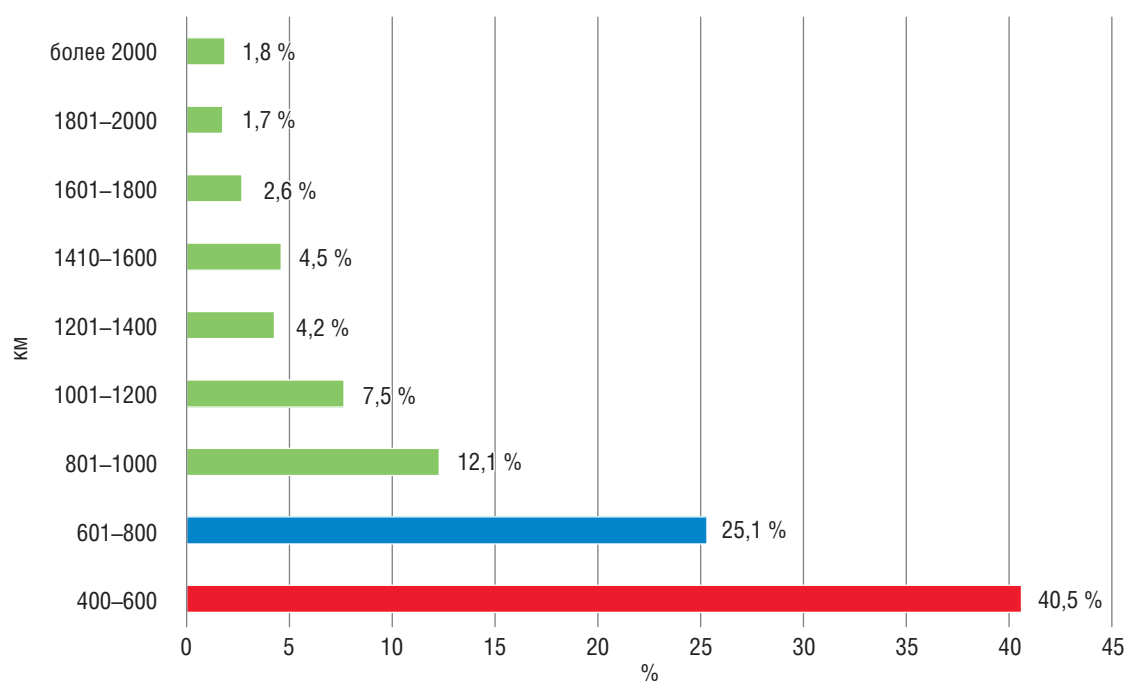


Рис. 3. Процентное распределение межрегиональных автобусных маршрутов, организованных на территории Российской Федерации, по протяженности

Таблица 3

**Распределение автобусных межрегиональных маршрутов, организованных на территории Российской Федерации, по протяженности**

Протяженность маршрутов, км	Количество маршрутов	Доля от общего количества, %
400–600	990	40,5
601–800	615	25,1
801–1000	297	12,1
1001–1200	183	7,5
1201–1400	103	4,2
1410–1600	110	4,5
1601–1800	64	2,6
1801–2000	41	1,7
более 2000	44	1,8

Следует отметить, что на территории Российской Федерации на данный момент организовано почти 6000 межрегиональных маршрутов. Использовать трансферные рейсы на межрегиональных маршрутах эффективнее всего на рейсах протяженностью от 400 до 600 км. К подобной категории можно отнести 990 маршрутов, доля которых составляет 40,5 % от общего количества маршрутов (табл. 3, рис. 3).

Трансферные маршруты в ряде случаев можно организовать на маршрутах протяженностью от 600 до 800 км (синий столбец на рис. 3). Однако это требует смены водителя в точке стыковки маршрутов.

По мнению авторов, именно на межрегиональных маршрутах наиболее целесообразно применять стыковочные рейсы. Межрегиональные рейсы в большинстве случаев организуются между двумя крупными населенными

пунктами, которые имеют стабильный пассажиропоток. Это могут быть центры или вторые по численности населения города отдельных регионов.

Развитию межрегиональных автобусных перевозок в последние 10 лет способствует строительство и реконструкция федеральных автодорог. Появление новых дорог и реконструкция старых, предназначенных для скоростного движения, в значительной мере повышают среднюю скорость движения на межрегиональных маршрутах.

Технология трансферных перевозок требует более широкого практического применения на территории ряда областей в Российской Федерации. Трансферная схема автобусных перевозок будет наиболее эффективна между городами, которые не имеют прямого железнодорожного сообщения. Кроме того, подобные маршруты необходимы для связи городов, расстояние между которыми по автомобильной дороге короче, чем по железной магистрали. **ИТ**

## Список литературы

1. Федеральный закон от 10.12.1995 г. № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения» // КонсультантПлюс. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_8585](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8585).
2. Романов А. Н. Автотранспортная психология : учебное пособие для студентов высших учебных заведений. М. : Академия, 2002. 224 с.
3. Капский Д. В. Психофизиология участников дорожного движения (транспортная психология) : учебно-методическое пособие / Д. В. Капский, П. А. Пегин, И. И. Лобач. Минск : БНТУ, 2018. 385 с.
4. Буйленко В. Я. Психологические особенности человека при управлении автомобильным транспортом : учебное пособие / В. Я. Буйленко, С. В. Жанказиев, В. В. Дементенко, Ю. А. Короткова, М. В. Гаврилюк. М. : МАДИ, 2017. 172 с.
5. Вайсман А. И. Гигиена труда водителей автомобилей. М. : Медицина, 1988. 188 с.
6. Приказ Министерства Транспорта Российской Федерации от 16.10.2020 № 424 «Об утверждении особенностей режима рабочего времени и времени отдыха, условий труда водителей автомобилей» (в ред. №5 от 12.01.2022 г.). // КонсультантПлюс. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_370425](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_370425).

## References

1. Federal Law No. 196-FZ of 10.12.1995 "On Road safety" // ConsultantPlus. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_8585](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8585).
2. Romanov A. N. Motor transport psychology : a textbook for students of higher educational institutions. M. : Academy, 2002. 224 p.
3. Kapsky D. V. Psychophysiology of road users (transport psychology) : an educational and methodological manual / D. V. Kapsky, P. A. Pegin, I. I. Lobach. Minsk : BNTU, 2018. 385 p.
4. Buylenko V. Ya. Psychological features of a person when driving motor transport : a textbook / V. Ya. Buylenko, S. V. Zhankaziev, V. V. Dementienko, Yu. A. Korotkova, M. V. Gavrilyuk. M. : MADi, 2017. 172 p.
5. Vaisman A. I. Occupational hygiene of car drivers. M. : Medicine, 1988. 188 p.
6. Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation No. 424 dated 16.10.2020 "On approval of the specifics of the working time and rest time, working conditions of car drivers" (as amended. No. 5 dated 12.01.2022). // ConsultantPlus. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_370425](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_370425).





**Александр Александрович Шевцов**  
Alexander A. Shevtsov



**Галина Адольфовна Тимофеева**  
Galina A. Timofeeva

## Этапы создания транспортных моделей и их построение в PTV Visum

### Stages of creating transport models and their construction in PTV Visum

#### Аннотация

В статье проанализированы различные аспекты использования компьютерного моделирования для развития транспортной инфраструктуры. Рассматриваются уровни моделирования, основные этапы подготовки и создания транспортных моделей систем. Приведен обзор специализированного программного обеспечения для моделирования транспортных процессов. Отмечены преимущества программного продукта PTV Visum, который широко используется в транспортном планировании и анализе для создания точных и детализированных моделей транспортных систем.

**Ключевые слова:** транспортная модель, макро-моделирование, транспортные потоки, транспортная сеть, четырехшаговая модель, этапы моделирования, программное обеспечение PTV Visum.

#### Abstract

The article analyzes various aspects of the use of computer modeling for the development of transport infrastructure. The levels of modeling, the main stages of preparation and creation of transport models of systems are considered. The overview of specialized software for modeling transport processes is given. The advantages of the PTV Visum software product, which is widely used in transport planning and analysis to build accurate and detailed models of transport systems, are specified.

**Keywords:** transport model, macro modeling, traffic flows, transport network, four-step model, modeling stages, PTV Visum software.

#### Авторы Authors

**Александр Александрович Шевцов**, аспирант кафедры «Естественнонаучные дисциплины» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | **Галина Адольфовна Тимофеева**, д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры «Естественнонаучные дисциплины» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург

**Alexander A. Shevtsov**, Post-graduate student of "Natural Sciences" Department of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg | **Galina A. Timofeeva**, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of "Natural Sciences" Department of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg

### Введение

На протяжении последних 15 лет в России для транспортного планирования применяются различные макро- и микромодели, реализация которых предполагает использование программных средств компьютерного моделирования. В этот период выросла роль транспортного моделирования с использованием цифровой техники. Использование компьютерных моделей транспортных систем позволяет отказаться от субъективного мнения разработчиков в пользу объективных методов расчета.

### Этапы построения транспортной модели

Транспортная модель — это инструмент, который отображает транспортную систему моделируемого региона (перекресток, сеть перекрестков, административный город, район, субъект федерации или страны в целом и т.д.), с текущим или прогнозируемым спросом на перемещение со стороны населения (со стороны индивидуального или общественного транспорта) и экономики.

Обычно транспортные модели включают в себя мультимодальность, т.е. в системе реализуется расчет (моделирование) с учетом различных видов транспорта, например: легковой, грузовой транспорт (с разделением по типу грузоподъемности), общественный транспорт (с разделением по типу: авиасообщение, водное сообщение и т.д.) [1, 2].

Основные цели создания транспортных моделей:

1. Анализ текущей транспортной ситуации и краткосрочный прогноз. Для анализа ситуации производятся замеры интенсивности транспортных, пассажирских, грузовых потоков, которые в дальнейшем используются при прогнозировании.

2. Стратегическое планирование развития транспортной инфраструктуры (подразумевается эффективное распределение средств, т.е. можно спрогнозировать, какую станцию метрополитена, мост или автобусную остановку необходимо построить в первую очередь, чтобы была максимальная востребованность).

3. Планирование городской инфраструктуры.

4. Оптимизация организации дорожного движения (организация сигналов светофора, запрещенные и разрешенные повороты (маневры) и т.д.).

5. Оптимизация работы общественного транспорта (введение новых маршрутов, изменение расписания движения, дублирование маршрутной сети).

В мировой практике выделяют три уровня моделирования [3, 4]:

1. Микроскопический уровень моделирования (имитационное моделирование, визуализация транспортной ситуации, т.е. можно наглядно увидеть передвижение транспортного средства, пешеходов, длину очереди

и оценить, какая транспортная ситуация складывается на перекрестке или на сети перекрестков).

2. Мезоскопический уровень моделирования (анализ макропоказателей на микроуровне, т.е. несколько больших зон микромоделирования).

3. Макроскопический уровень моделирования предусматривает отсутствие детализации транспортного потока (узла), т.е. наблюдается только транспортный поток в целом (перемещение из одного пункта в другой). Также на этом уровне можно увидеть нагрузку на транспортную систему, представленную в виде картограммы, некоторые аналитические данные по скорости движения, дальности поездки, времени поездки из одного пункта в другой и т.д.

Модель является не просто инструментом для исследования различных сценариев функционирования и развития транспортной сети, но также содержит достаточно большой массив информации о различных объектах (по сути, является базой данных).

Существует пять основополагающих блоков данных [5]:

1) улично-дорожная сеть (информация по пропускным способностям, количеству полос, категоричности улиц, качеству дорог, аварийности или срокам введения в эксплуатацию и т.д.);

2) блок обследования транспортных и пассажирских потоков (также могут использоваться данные ретроспективной информации для сравнения и анализа трафика по отдельным участкам дорог в зависимости от кварталов или по годам);

3) данные по общественному транспорту (ОТ) (маршруты всех видов общественного транспорта, расписание, подвижной состав, информация о перевозчиках и пр.);

4) градостроительство (информация по градостроительной тематике, по функциональному изолированию территорий, жилые кварталы, деловые кварталы, промышленные зоны, места учебы и работы, школы, детские сады и т.д.);

5) экономические данные о населении и занятости (возрастная и социальная структура населения по районам, данные о занятости и миграции населения).

### Подготовка транспортной модели

Каждая модель создается для выполнения определенных задач. Например, для решения задач, связанных с локальными изменениями в организации дорожного движения, требуется создание модели с определенным уровнем детализации и транспортного районирования. В то же время задачи, связанные с масштабным транспортным или градостроительным планированием, требуют модели с другим уровнем детализации и районирования. Если необходим разный уровень детализации, то исследования планируются по-разному, начиная

от сбора данных, постановки задачи и заканчивая выдчей результата.

Постановка задачи является наиболее важным этапом, поэтому сначала необходимо определиться с входной информацией.

Для создания любой модели нужно собрать исходные данные, количество и качество которых напрямую зависит от поставленной задачи.

Необходимые данные для создания транспортной модели [1, 3]:

1) определение области моделирования (перекресток, городская агломерация либо страна в целом);

2) социально-экономические данные по зоне моделирования (сбор на основе социально-экономической статистики);

3) граф улично-дорожной сети с характеристиками дорог (количество полос, пропускная способность, ограничители скорости, разрешенные транспортные средства, которые могут передвигаться по тем или иным транспортным дорожным участкам, например по участкам с выделенной полосой для автобусов);

4) данные об организации дорожного движения (работа светофорной сигнализации, разрешенные и запрещенные маневры и т.д.);

5) информация по маршрутам общественного транспорта (трассировка прохождения маршрутов, расписание или интервалы движения, информация о перевозчиках и тарифах);

6) социологический опрос подвижности населения (данные о способах перемещения и частоте, наиболее «притягательные» зоны (рабочие места, место отдыха и т.д.), затраты времени);

7) результаты обследований транспортных и пассажирских потоков (замеры интенсивности движения в течение суток или в определенный час пик).

### Выбор прикладного программного обеспечения

Моделирование развития транспортных сетей, как правило, проводится с помощью специализированного программного обеспечения [5–9]. Во многих программных продуктах используется подход моделирования различных транспортных процессов, основанный на использовании четырехшагового процесса моделирования (четырёхшаговой модели) транспортных потоков, который включает в себя генерацию поездок, распределение поездок, выбор вида транспорта (выбор режима) и присвоение маршрутов (назначение).

В табл. 1 представлена сравнительная характеристика наиболее известных программных продуктов для макромоделирования транспортных потоков, полученная на основе собственного опыта моделирования и анализа работ других авторов [7–9].

Таблица 1

**Прикладное ПО для моделирования транспортных систем**

Программное средство	Преимущества	Недостатки	Особенности
PTV Visum	Возможность моделирования всех видов транспорта, мощные функции анализа и визуализации, включает макроскопические, мезоскопические и микроскопические модели	Сложный интерфейс, требует глубоких знаний для эффективного использования, относительно высокая стоимость	Использует традиционную четырехшаговую модель для моделирования всех видов транспорта, предлагает мощные функции анализа и визуализации результатов
TransCAD	Особенно хорошо подходит для моделирования пассажирского и грузового транспорта, поддерживает большое количество стандартных форматов данных	Интерфейс может быть непривлекательным и сложным для новых пользователей, относительно высокая стоимость	Поддерживает как традиционную четырехшаговую модель, так и более новые методы, такие как активно-основанные модели, позволяющие учитывать более сложные взаимодействия
EMME	Имеет мощные функции визуализации, поддерживает мультимодальное моделирование, легко интегрируется с другими системами	Интерфейс может быть сложным для новых пользователей, требует определенного уровня технической подготовки	Предлагает традиционную четырехшаговую модель с улучшенными инструментами анализа результатов, включая сложные функции визуализации

Программное средство	Преимущества	Недостатки	Особенности
Cube	Интегрированное решение для широкого спектра задач транспортного моделирования, поддерживает множество стандартов данных, относительно низкая стоимость	Графический интерфейс может быть менее интуитивным по сравнению с другими решениями	Поддерживает четырехшаговую модель и включает в себя инструменты для моделирования других аспектов транспортной системы (планирование общественного транспорта и анализ влияния транспортных проектов на окружающую среду)
Aimsun	Поддерживает микроскопическое, мезоскопическое и макроскопическое моделирование, интуитивный интерфейс, хорошо интегрируется с GIS	Некоторые функции могут быть менее мощными по сравнению с конкурентами, относительно высокая стоимость	Поддерживает четырехшаговую модель, но предоставляет более гибкую поддержку различных методов моделирования, включая микроскопическое, мезоскопическое и макроскопическое моделирование

## Классическая четырехшаговая модель

Четырехэтапный процесс моделирования представляет собой традиционный подход к моделированию транспортных перевозок (рис. 1).

Четыре этапа (шага) заключаются в следующем: генерация поездок, распределение поездок, выбор режима, назначение маршрута. На схеме (рис. 1) они обозначены зеленым цветом. Серым цветом обозначаются данные, которые необходимы для модели, включая данные, связанные с УДС.

*Zones network* (сеть зон). Означает набор зон, которые связаны с транспортной системой. Это может быть один квартал в центре города, весь жилой район или целый город в региональной модели. Размер и форма зон могут варьироваться в зависимости от требуемого уровня детализации. Данный блок служит основой для моделирования спроса на поездки в четырехшаговой модели.

*Base year data* (данные базового года). Это информация об исходном состоянии транспортной системы. Включает в себя такие данные, как количество жителей, распределение рабочих мест, структура транспортной сети, известные интенсивности транспортных потоков и так далее.

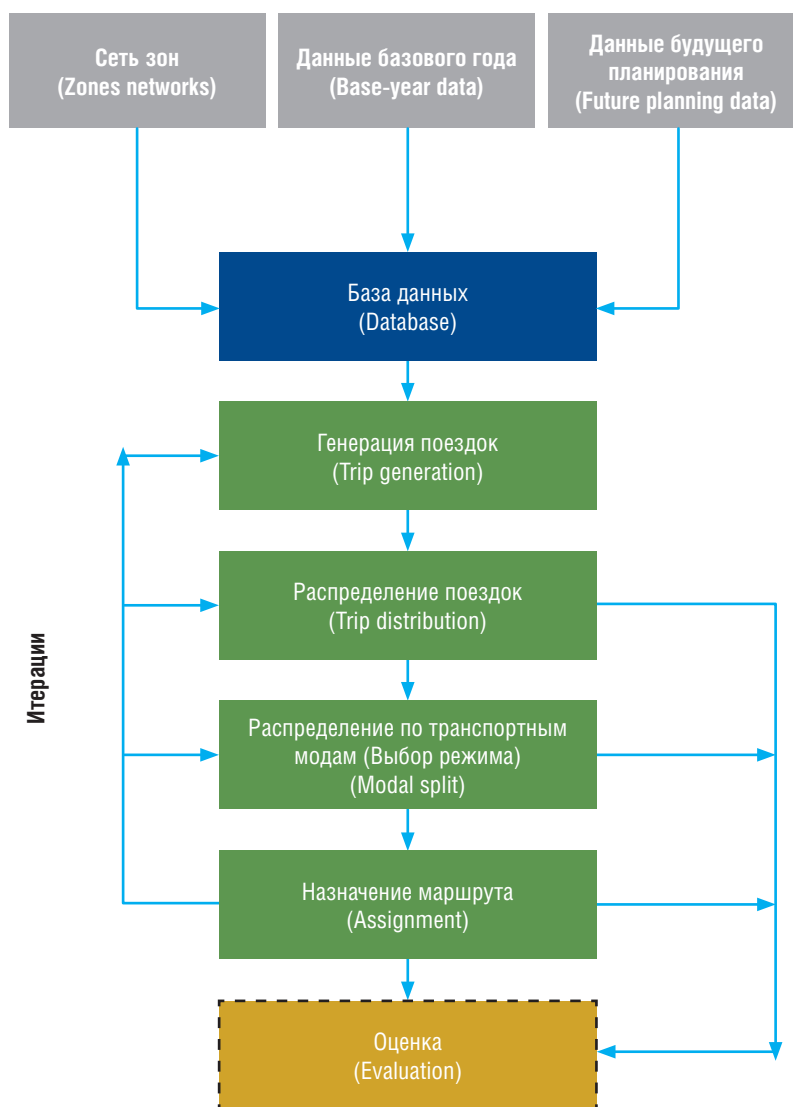


Рис. 1. Классическая четырехшаговая модель



*Future planning data* (данные будущего планирования). Это прогнозные данные, которые используются для прогнозирования будущих поездок. Могут включать в себя прогнозы по росту населения, изменениям в экономике и транспортной инфраструктуре.

*Database* (база данных). Место, где хранятся все собранные и проанализированные данные (также называют «ядром» модели) и откуда они извлекаются для каждого из следующих четырех шагов модели:

1. *Trip generation* (генерация поездок). Этот шаг включает определение количества поездок, которые начинаются и заканчиваются в каждой зоне. На данном шаге часто используются регрессионные модели для прогнозирования количества поездок, генерируемых в каждом транспортном районе, на основе таких переменных, как население и занятость [3]:

$$T_i = a + b \cdot P_i + c \cdot E_i, \quad (1)$$

где  $T_i$  — количество поездок, генерируемых в районе  $i$ ;  $P_i$  — население района  $i$ ;  $E_i$  — количество рабочих мест в районе  $i$ ;  $a, b, c$  — параметры модели, определяемые на основе регрессионного анализа.

2. *Trip distribution* (распределение поездок). На этом этапе происходит соотнесение зон отправления и назначения для формирования полных поездок. Распределение обычно основывается на гравитационных моделях, которые предсказывают количество поездок между районами на основе численности их населения и расстояния между ними. Наиболее распространенной является модель следующего вида:

$$Q_{ij} = \gamma \frac{P_i^{\beta_1} \cdot P_j^{\beta_2}}{f(d_{ij})}, \quad (2)$$

где  $Q_{ij}$  — количество пассажиров, перемещающихся из пункта  $i$  в пункт  $j$ ;  $P_i$  — численность населения в пункте  $i$ ;  $d_{ij}$  — расстояние (время, стоимость перемещения) между пунктами  $i$  и  $j$ ;  $\gamma, \beta_1, \beta_2$  — параметры модели;  $f(d)$  — функция тяготения. В качестве функции тяготения  $f$  обычно выбирают степенную или показательную функцию, параметры которой определяют в ходе калибровки [10–12].

3. *Modal split* (выбор режима). Разделение по видам транспорта. На этом этапе определяется, какой вид транспорта (автомобиль, автобус, метро, велосипед, трамвай и т.д.) будет использован для каждой поездки.

4. *Assignment* (назначение маршрута). На этом этапе назначаются поездки по конкретным маршрутам в транспортной сети, проводится моделирование работы всей сети.

После того как модель была применена и были сделаны прогнозы, следует оценка ее точности и эффективности различных стратегий планирования транспорта (*Evaluation*) [3, 9].

## Программное обеспечение PTV Visum

PTV Visum — это современное программное обеспечение для транспортного планирования и анализа, разработанное компанией Planung Transport Verkehr (PTV) Group, базирующейся в Карлсруэ, Германия. Это один из наиболее широко используемых и признанных инструментов в отрасли транспортного моделирования и планирования. PTV Group была основана в 1979 г. и с тех пор стала одним из ведущих поставщиков решений для планирования и оптимизации транспорта и логистики. PTV Visum предлагает решения для различных аспектов транспорта, включая грузовые и пассажирские перевозки, планирование маршрута городского транспорта и многое другое.

### Особенности программного обеспечения PTV Visum

1. **Обширные возможности моделирования:** PTV Visum обладает множеством функций и инструментов, которые позволяют моделировать различные аспекты транспортной системы, включая пассажирский и грузовой трафик, планирование маршрутов и т.д.

2. **Масштабируемость:** PTV Visum способно моделировать транспортные системы любого размера, от небольших городов до всей страны или региона. Это делает его идеальным решением для широкого спектра задач.

3. **Точность и надежность:** PTV Visum широко признано в отрасли за свою точность и надежность. ПО использует продвинутые алгоритмы и методы моделирования для обеспечения точных и надежных результатов.

4. **Гибкость:** PTV Visum поддерживает гибкое моделирование, включая возможность применения пользовательских скриптов и настраиваемых параметров. Это позволяет пользователям адаптировать инструмент к своим уникальным требованиям.

5. **Интеграция данных:** PTV Visum поддерживает широкий спектр форматов данных и способно интегрировать данные из различных источников для обеспечения полной картины транспортной системы.

### Алгоритм построения транспортной модели в PTV Visum

Построение модели транспортной сети состоит из пяти шагов:

1. **Моделирование сети** (моделирование транспортного предложения: улицы, дороги, перекрестки с определенными характеристиками).

2. **Моделирование спроса** (расчет матриц корреспонденций по различным типам передвижения, трудовые, деловые, культурно-бытовые и т.д.) [9, 10].

3. Расчет транспортной нагрузки (наложение транспортного спроса на транспортное предложение, как результат — получает реальные потоки на сети, включая пассажирские потоки и потоки легкового, грузового транспорта). Расчет транспортной нагрузки интерпретируется как процесс соединения информации о транспортном спросе (кто, когда и куда хочет перемещаться) и транспортном предложении (какие маршруты и транспортные средства доступны). Результат этого процесса представляет собой практические потоки транспорта в сети, включая данные о пассажирских и грузовых передвижениях, а также передвижениях легковых автомобилей.

4. Калибровка (оценка реалистичности результата перераспределения транспортной сети), т.е. сравнение наблюдаемых данных с расчетной нагрузкой, которая получается путем моделирования.

5. Прогноз (создание сценария или прогноза транспортной ситуации, предложение генерального плана и т.д.).

Для проверки адекватности модели используется ряд показателей на основе расчетных значений интенсивности из модели и данных натурных значений, т.е. проводится сравнение данных, которые получаются путем наблюдения за реальной сетью, с данными первичных расчетов с использованием компьютерной модели.

PTV Visum также взаимодействует с инструментом микромоделирования PTV Vissim из того же семейства программного обеспечения. PTV Vissim позволяет де-

тально моделировать движение отдельных транспортных средств, перекрестки и другие локальные аспекты транспортных потоков [13].

Стоит отметить, что, помимо четырехэтапного процесса моделирования, PTV Visum также имеет возможность динамического назначения трафика (Dynamic Traffic Assignment (DTA)) и микроскопического моделирования. Комплексное применение данных возможностей позволяет более точно и детально моделировать транспортные потоки (трафик).

Динамическое назначение трафика (DTA) моделирует трафик в зависимости от времени, приспосабливаясь к реальным колебаниям условий трафика в течение дня, например, имитирует поток трафика в сети за определенный период, с учетом таких факторов, как перегрузка в часы пик и т.д.

## Выводы

Моделирование неоднократно доказало свою роль в качественном транспортном планировании, и возможные расчеты, которые можно провести на сегодняшний день, ограничиваются только опытом инженеров. Использование программного обеспечения PTV Visum позволяет в значительной степени экономить время и выделяемые средства, а также обосновать эффективность или неэффективность того или иного решения по развитию транспортной сети. **IT**

## Список литературы

1. Алиев А. С., Стрельников А. И., Швецов В. И., Шершевский Ю. З. Моделирование транспортных потоков в крупном городе с применением к Московской агломерации // Автоматика и телемеханика. 2005. № 11. С. 113–125. ISSN 0005-2310.
2. Мамаев Э. А., Хашев А. И. Объектная модель городской транспортной системы в оптимальном управлении // Инженерный вестник Дона. 2018. № 2 (49). С. 81–89. eISSN 2073-8633.
3. Ortúzar J. D., Willumsen G. L. Modelling transport. New Delhi, 2011. P. 608. ISBN 9781119993537.
4. Ахмадинуров М. М., Завалищин Д. С., Тимофеева Г. А. Математические модели управления транспортными потоками: монография. Екатеринбург: УрГУПС, 2011. 120 с. ISBN 978-5-94614-190-1.
5. Постнов С. Н., Кузнецов С. Н., Логинов П. В. и др. Технология создания информационной транспортной модели города, включающей существующие и планируемые транспортные сети // Управление экономическими системами. 2012. № 10 (46).
6. Тимофеева Г. А., Шевцов А. А. Система согласованного управления транспортными потоками на сложном перекрестке // Вестник УрГУПС. 2019. № 4 (44). С. 12–24. ISSN 2079-0392.

## References

1. Aliev A. S., Strelnikov A. I., Shvetsov V. I., Shershevsky Yu. Z. Modeling of traffic flows in a large city with application to the Moscow agglomeration // Automation and telemechanics. 2005. No. 11. P. 113–125. ISSN 0005-2310.
2. Mamaev E. A., Khashev A. I. Object model of urban transport system in optimal management // Engineering Bulletin of the Don. 2018. No. 2 (49). P. 81–89. eISSN 2073-8633.
3. Ortúzar J. D., Willumsen G. L. Modelling transport. New Delhi, 2011. P. 608. ISBN 9781119993537.
4. Akhmadinurov M. M., Zavalishchin D. S., Timofeeva G. A. Mathematical models of traffic flow management: monograph. Yekaterinburg: UrGUPS, 2011. 120 p. ISBN 978-5-94614-190-1.
5. Postnov S. N., Kuznetsov S. N., Loginov P. V., etc. Technology for creating an information transport model of the city, including existing and planned transport networks // Management of economic systems. 2012. No. 10 (46).
6. Timofeeva G. A., Shevtsov A. A. The system of coordinated traffic flow management at a complex intersection // Bulletin of USUPS. 2019. No. 4 (44). P. 12–24. ISSN 2079-0392.

7. Rehmat Ullah M., Khattak Khurram S., Khan Zawar H. Vehicular Traffic Simulation Software: A Systematic Comparative Analysis // Pakistan Journal of Engineering and Technology, PakJET. 2021. Vol. 04. № 01. P. 66–78. ISSN 2664-2050.
8. Piątkowski B., Maciejewski M. Comparison of Traffic Assignment in VISUM and Transport Simulation in MATSim // Transport Problems. 2013. № 8.
9. Skarphedinsson A. Evaluating a simplified process for developing a four-step transport planning model in VISUM — Application on the capital area of Reykjavik // Transport and Roads. 2013. ISSN 1653-1922.
10. Нурминский Е. А., Пугачев И. Н., Шамрай Н. Б., Седюкевич В. Н. Определение пассажиропотоков в региональной транспортной системе на основе модифицированных гравитационных моделей // Наука и техника. Минск, 2015. № 5. С. 39–45. ISSN 2227-1031.
11. Мартыненко А. В., Шевцов А. А. Оценка матрицы пассажирских корреспонденций с использованием метода наименьших квадратов для калибровки гравитационной модели // Вестник УрГУПС. 2021. № 4 (52). С. 4–12. ISSN 2079-0392.
12. Мартыненко А. В., Шевцов А. А. Моделирование пространственного распределения пассажиропотоков междугородних автобусных маршрутов // Инновационный транспорт. 2020. № 4 (38). С. 31–36. ISSN 2311-164X.
13. Kutlimuratov K., Khakimov Sh., Mukhitdinov A., Samatov R. Modelling traffic flow emissions at signalized intersection with PTV Vissim // International Scientific Conference “Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering” (CONMECHYDRO-2021). Vol. 264. 2021.
7. Rehmat Ullah M., Khattak Khurram S., Khan Zawar H. Vehicular Traffic Simulation Software: A Systematic Comparative Analysis // Pakistan Journal of Engineering and Technology, PakJET. 2021. Vol. 04. № 01. P. 66–78. ISSN 2664-2050.
8. Piątkowski B., Maciejewski M. Comparison of Traffic Assignment in VISUM and Transport Simulation in MATSim // Transport Problems. 2013. № 8.
9. Skarphedinsson A. Evaluating a simplified process for developing a four-step transport planning model in VISUM — Application on the capital area of Reykjavik // Transport and Roads. 2013. ISSN 1653-1922.
10. Nurminsky E. A., Pugachev I. N., Shamray N. B., Sedyukevich V. N. Determination of passenger flows in the regional transport system based on modified gravity models // Science and Technology. Minsk, 2015. No. 5. P. 39–45. ISSN 2227-1031.
11. Martynenko A. V., Shevtsov A. A. Estimation of the passenger correspondence matrix using the least squares method for calibration of the gravitational model // Bulletin of the USUPS. 2021. No. 4 (52). P. 4–12. ISSN 2079-0392.
12. Martynenko A. V., Shevtsov A. A. Modeling of spatial distribution of passenger flows of intercity bus routes // Innovative transport. 2020. No. 4 (38). P. 31-36. ISSN 2311-164X.
13. Kutlimuratov K., Khakimov Sh., Mukhitdinov A., Samatov R. Modelling traffic flow emissions at signalized intersection with PTV Vissim // International Scientific Conference “Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering” (CONMECHYDRO-2021). Vol. 264. 2021.



Александр Валериевич  
Мартыненко

Alexander V. Martynenko

# Оценка объема пассажиропотока на основе данных о перемещениях банковских карт между платежными терминалами

## Estimation of passenger traffic volume based on data on the rotation of bank cards between payment terminals

### Аннотация

В настоящей работе рассмотрены вопросы, связанные с использованием больших данных о перемещениях банковских карт между платежными терминалами. Такие данные хорошо коррелируют с пассажиропотоками (особенно междугородними) и поэтому могут быть использованы, например, для оценки относительной загруженности отдельных участков сети. Однако для некоторых других аспектов моделирования этого недостаточно, поэтому в исследовании предложен подход к оценке величины пассажиропотока на основе данных о перемещении банковских карт между платежными терминалами.

**Ключевые слова:** транспортное моделирование, большие данные, платежные терминалы, перемещение банковских карт.

### Abstract

In this paper, the issues related to the use of big data on the rotation of bank cards between payment terminals are considered. Such data correlate well with passenger traffic (especially intercity) and therefore can be used, for example, to assess the relative congestion of individual sections of a network. However, this is not enough for some other aspects of modeling, therefore the study suggests the approach for estimating the amount of passenger traffic based on data on the rotation of bank cards between payment terminals.

**Keywords:** transport modeling, big data, payment terminals, rotation of bank cards.

### Авторы Authors

Александр Валериевич Мартыненко, канд. физ.-мат. наук, руководитель научно-исследовательской лаборатории «Транспортное моделирование» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС); старший научный сотрудник центра развития и размещения производительных сил Института экономики УрО РАН, Екатеринбург; e-mail: amartynenko@rambler.ru

Alexander V. Martynenko, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Head of "Transport Modeling" Research Laboratory of the Ural State University of Railway Transport (USURT); Senior Researcher at the Center for the Development and Placement of Productive Forces of the Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg; e-mail: amartynenko@rambler.ru



## Введение

Транспортная система требует постоянного развития и обновления. Это связано с тем, что с течением времени меняются пространственная структура размещения населения и его транспортные потребности, появляются новые виды транспорта, получает все большее распространение совместное использование личного автотранспорта и т.п. Поскольку создание новой транспортной инфраструктуры или существенная модификация существующей требуют значительных материальных и временных затрат, то любые решения в этой области должны опираться на как можно более точный прогноз будущих пассажиропотоков и их пространственное распределение.

Для прогнозирования пассажиропотоков используются транспортные модели, среди которых наиболее распространенными являются классическая четырехшаговая транспортная модель и модель прямого спроса [1, 2]. В частности, четырехшаговая транспортная модель очень активно используется для внутригородского транспортного планирования и реализована в различных прикладных пакетах транспортного моделирования. Такая модель содержит в качестве ключевой компоненты гравитационную модель, учитывающую влияние всех транспортных районов на пассажиропоток между любыми двумя рассматриваемыми районами. Примеры использования гравитационной модели можно найти в статьях [3, 4].

Модель прямого спроса представляет собой другой подход, который основывается на предположении, что пассажиропоток между двумя районами зависит только от их социально-экономических характеристик и от стоимости и продолжительности поездки между ними. Такое предположение является ограничительным, однако, несмотря на это, модели прямого спроса получили очень широкое применение, особенно при прогнозировании железнодорожного пассажиропотока [5–7].

Независимо от того, какая именно модель используется, для ее калибровки необходимы количественные данные по факторам зарождения и поглощения пассажиропотоков, характеристики используемых видов транспорта (стоимость, время поездки, уровень комфорта и т.п.), а также наблюдаемые пассажиропотоки между всеми рассматриваемыми транспортными районами (наблюдаемая матрица корреспонденций). Получение таких данных сопряжено со значительными сложностями. Особенно это касается матрицы корреспонденций.

Традиционно для получения данных используют анкетные опросы, натурные наблюдения и автоматизированный сбор. Первые два метода чрезвычайно трудоемки (на этапе сбора данных и их первичной обработки требуется большое число учетчиков и операторов). Кроме того, использование таких методов повышает вероятность ошибки из-за большого влияния человеческого

фактора, поэтому они не позволяют получить качественный результат. В качестве альтернативы ручным методам можно использовать различные автоматизированные способы обследования транспортных потоков, которые не требуют привлечения большого количества работников и обеспечивают получение информации в первично обработанном виде. Недостатком различных систем мониторинга транспортных потоков является высокая стоимость оборудования и необходимость его размещения в большом количестве точек наблюдения. Кроме того, подобные системы дают возможность наблюдать и фиксировать интенсивность пассажиропотока, но не корреспонденции между транспортными районами.

Другой подход, который набирает популярность в последнее время, заключается в использовании больших данных от мобильных операторов о геотрекинге своих абонентов, а также геоданные навигаторов общественного транспорта, служб такси, каршеринга и т.п. [8–11]. Такие данные дают достаточно полное представление о пространственном распределении пассажиропотоков, и на их основе можно выполнять калибровку транспортных моделей с очень высоким уровнем точности.

Еще одним источником больших данных о пассажиропотоках являются платежные терминалы, используемые сферой торговли и услуг. Каждый такой терминал обслуживается банком, которому известны геокоординаты терминала. Если кредитная карта была использована для оплаты в нескольких терминалах одного банка, то тем самым банк получает информацию о перемещении карты между местами, где находятся эти терминалы. Другими словами, перемещение пассажира между двумя пунктами становится известно банку, если пассажир использовал карту в каждом из этих пунктов. Для перемещений пассажиров на небольшие расстояния (внутри одного города) такие данные являются менее точными, чем данные геотрекинга мобильных телефонов, поскольку далеко не каждая внутригородская поездка сопровождается приобретением товара или услуги в пунктах отправления и прибытия. Однако для поездок между городами ситуация несколько иная, и фиксируемые через терминалы перемещения карт дают гораздо более точную информацию о пассажиропотоках.

Отметим, что практическое использование геоданных для целей транспортного моделирования сопряжено с некоторыми сложностями. Как правило, на рынке присутствует несколько компаний, предоставляющих перечисленные выше услуги, и, как следствие, каждая из таких компаний имеет частичные геоданные. В частности, услуги по установке и обслуживанию платежных терминалов предоставляют десятки банков. А при моделировании приходится опираться на данные только одной компании, которые являются заведомо неполными. Поэтому возникает вопрос о том, какую часть реальных пассажиропотоков представляют собой данные о перемещении банковских карт.

В настоящем исследовании предлагается подход для оценки доли пассажиропотока, которую можно получить на основе данных о перемещении банковских карт между платежными терминалами банка с учетом его доли на рынке обслуживания.

## Материалы и методы

Рассмотрим два города. Пусть  $PASS$  — множество всех пассажиров между этими городами, а  $T = |PASS|$  — их количество. Обозначим через  $BANKS$  множество всех банков, обслуживающих платежные терминалы в этих городах. В каждом городе каждый из пассажиров может совершить (не совершить) покупку, за которую он должен расплатиться. Платеж может быть наличными или картой. Рассмотрим некоторый банк  $B \in BANKS$ . Платеж картой проходит через терминал, который может быть терминалом банка  $B$  или какого-то другого банка.

Пусть все пассажиры пронумерованы, и через  $P_B^{(k)}$  обозначим вероятность того, что при совершении одного платежа пассажиром под номером  $k$  этот платеж будет осуществлен через терминал банка  $B$ . Предположим также, что каждый пассажир сделал ровно один платеж в городе отправления и ровно один платеж в городе прибытия. Тогда количество пассажиров, совершивших оба платежа через терминалы банка  $B$ , равно

$$T_B = \sum_{k=1}^T (P_B^{(k)})^2. \quad (1)$$

Если же предположить, что пассажир под номером  $k$  сделал  $N_D^{(k)}$  платежей в городе отправления и  $N_D^{(k)}$  платежей в городе прибытия, то количество пассажиров, зафиксированных банком  $B$ , т.е. совершивших хотя бы один платеж через терминал банка  $B$  в городе отправления и хотя бы один платеж через терминал банка  $B$  в городе прибытия, равно

$$T_B = \sum_{k=1}^T \left(1 - (1 - P_B^{(k)})^{N_D^{(k)}}\right) \left(1 - (1 - P_B^{(k)})^{N_D^{(k)}}\right). \quad (2)$$

Обозначим через  $P_{Card}^{(k)}$  вероятность того, что при совершении одного платежа пассажиром под номером  $k$  этот платеж будет безналичным. Также обозначим через  $P(B|Card)$  условную вероятность того, что безналичный платеж совершен через терминал банка  $B$  (можно считать, что эта вероятность не зависит от номера пассажира  $k$ , поскольку при оплате никто не обращает внимания на то, терминал какого банка стоит в магазине). Тогда

$$P_B^{(k)} = P(B|Card)P_{Card}^{(k)}. \quad (3)$$

Вероятность  $P(B|Card)$  можно оценить следующим образом:

$$P(B|Card) = \frac{\text{Количество платежей через терминалы банка } B}{\text{Количество платежей через терминалы всех банков из } BANKS}. \quad (4)$$

Если такие данные недоступны, то можно использовать оценки

$$P(B|Card) = \frac{\text{Сумма платежей через терминалы банка } B}{\text{Сумма платежей через терминалы всех банков из } BANKS} \quad (5)$$

или

$$P(B|Card) = \frac{\text{Количество платежных терминалов банка } B}{\text{Количество платежных терминалов всех банков из } BANKS}. \quad (6)$$

Оценим  $P_{Card}^{(k)}$ . Всюду далее будем предполагать, что все пассажиры пронумерованы в порядке возрастания  $P_{Card}^{(k)}$ . Естественно, информация о каждом пассажире недоступна. Доступна информация об объемах безналичных и наличных платежей  $PAY_{Card}$  и  $PAY_{Cash}$  (последнюю можно оценить, используя объемы снятия наличных из банкоматов).

Такую информацию можно использовать двумя способами:

1. Предполагать, что все пассажиры совершают безналичные платежи с одинаковой вероятностью («равномерное размазывание»), т.е.

$$P_{Card}^{(k)} = \frac{P_{Card}^{(k)}}{PAY_{Card} + PAY_{Cash}}. \quad (7)$$

2. Предполагать, что каждый пассажир либо всегда пользуется картой, либо всегда платит наличными («все или ничего»), т.е.

$$P_{Card}^{(k)} = \begin{cases} 0 & \text{при } k < T \frac{P_{Card}^{(k)}}{PAY_{Card} + PAY_{Cash}}, \\ 1 & \text{при } k \geq T \frac{P_{Card}^{(k)}}{PAY_{Card} + PAY_{Cash}}. \end{cases} \quad (8)$$

Оба эти подхода являются достаточно грубыми. Более точный подход можно реализовать на основе результатов социологических опросов потребителей об их платежном поведении. Например, может быть использован вопрос «Как часто Вы используете наличный/безналичный способ оплаты?». Обработка ответов на этот вопрос позволяет получить кусочно-постоянную зависимость  $P_{Card}^{(k)}$  от  $k$ :

$$P_{Card}^{(k)} = p_m \text{ при } k \in K_m, \quad (9)$$

где  $K_1 = [1, k_1)$ ,  $K_2 = [k_1, k_2)$ , ...,  $K_M = [k_{M-1}, T)$  — интервалы постоянства зависимости  $P_{Card}^{(k)}$  от  $k$ .

Поскольку пассажиры пронумерованы в порядке возрастания  $P_{Card}^{(k)}$ , то

$$p_1 \leq p_2 \leq \dots \leq p_M.$$

Множество всех пассажиров  $PASS$  можно представить в виде объединения подмножеств  $PASS(N_O, N_D)$ , каждое из которых представляет собой множество пассажиров, совершивших ровно  $N_O$  платежей в пункте отправления и  $N_D$  платежей в пункте прибытия, т.е.

$$PASS = \bigcup_{N_O, N_D} PASS(N_O, N_D),$$

где  $PASS(N_O, N_D) = \{k \in PASS \mid N_O^{(k)} = N_O \ \& \ N_D^{(k)} = N_D\}$ .

Пусть  $T(N_O, N_D)$  — количество пассажиров, входящих в множество  $PASS(N_O, N_D)$ , а  $T_B(N_O, N_D)$  — количество пассажиров из множества  $PASS(N_O, N_D)$ , зафиксированных банком  $B$ , т.е. совершивших хотя бы один платеж через терминал банка  $B$  в городе отправления и хотя бы один платеж через терминал банка  $B$  в городе прибытия.

Тогда из (2) с учетом (9) получаем

$$\begin{aligned} T_B(N_O, N_D) &= \sum_{k \in PASS(N_O, N_D)} \left(1 - (1 - P_B^{(k)})^{N_O^{(k)}}\right) \left(1 - (1 - P_B^{(k)})^{N_D^{(k)}}\right) = \\ &= \sum_{m=1}^M |K_m \cap PASS(N_O, N_D)| \left(1 - (1 - P(B|Card)p_m)^{N_O}\right) \times \\ &\times \left(1 - (1 - P(B|Card)p_m)^{N_D}\right). \end{aligned}$$

Предположим, что зависимость  $P_{Card}^{(k)}$  от  $k$  одинакова для всех слов  $PASS(N_O, N_D)$ , т.е. что

$$\frac{|K_m \cap PASS(N_O, N_D)|}{T(N_O, N_D)} = \frac{|K_m|}{T}.$$

Тогда доля пассажиров, наблюдаемая банком  $B$ , среди всех пассажиров, совершивших ровно  $N_O$  платежей в пункте отправления и  $N_D$  платежей в пункте прибытия, составляет

$$\begin{aligned} \Theta(N_O, N_D) &= \frac{T_B(N_O, N_D)}{T(N_O, N_D)} = \\ &= \sum_{m=1}^M \frac{|K_m|}{T} \left(1 - (1 - P(B|Card)p_m)^{N_O}\right) \times \\ &\times \left(1 - (1 - P(B|Card)p_m)^{N_D}\right). \end{aligned} \quad (10)$$

## Результаты и обсуждения

Как видно из формулы (10), для расчета доли пассажиров, наблюдаемой банком  $B$ , необходима кусочно-постоянная зависимость (9). Для ее определения воспользуемся результатами социологического опроса компании «Левада-Центр» [12], которые представлены в табл. 1.

На основании данных табл. 1 можно определить отображение, которое интервалам значений величины  $k$  ставит в соответствие интервалы значений вероятности безналичного платежа. Если интервалы значений вероятности заменить их серединами, то получим кусочно-заданную зависимость  $P_{Card}^{(k)}$  от  $k$ , которая в табличном виде представлена в табл. 2.

Вероятность  $P(B|Card)$  для конкретного банка  $B$  можно оценить по формуле (4). Статистика по общему количеству платежных терминалов всех банков в региональ-

Таблица 1

Распределение респондентов при ответе на вопрос компании «Левада-Центр»

Доля платежей	Если взять все Ваши расходы в рублях в среднем за месяц, какой процент этих расходов Вы оплачиваете...	
	наличными деньгами (в %)	безналичными средствами оплаты (в %)
Нисколько	2	26
до 30 %	30	14
31–50 %	21	22
51–80 %	13	20
81–100 %	30	14
Затрудняюсь ответить	4	4

Таблица 2

Кусочно-заданная зависимость  $P_{Card}^{(k)}$  от  $k$  (рассчитано автором)

Интервал значений $IK_{m/T}$ (в %)	Интервал значений $P_{Card}^{(k)}$ (в %)	Середина интервала значений $P_{Card}^{(k)}$ (в %)
[0, 26)	[0, 0)	0
[26, 31)	[0, 20)	10
[31, 41)	[20, 30)	25
[41, 45)	[30, 50)	40
[45, 64)	[50, 50)	50
[64, 67)	[50, 70)	60
[67, 85)	[70, 80)	75
[85, 98)	[80, 100)	90
[98, 100)	[100, 100)	100

Таблица 3

Результаты расчета величины  $(N_O, N_D)$  при  $P(B|Card) = P(Sber|Card) = 0,69$  (в %) (рассчитано автором)

$N_O \backslash N_D$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	14	21	24	26	27	28	29	29	29	29
2	0	21	31	37	40	41	42	43	44	44	44
3	0	24	37	43	47	49	50	51	52	52	53
4	0	26	40	47	51	53	55	56	57	57	58
5	0	27	41	49	53	56	58	59	60	60	61
6	0	28	42	50	55	58	59	61	62	62	63
7	0	29	43	51	56	59	61	62	63	64	64
8	0	29	44	52	57	60	62	63	64	65	65
9	0	29	44	52	57	60	62	64	65	65	66
10	0	29	44	53	58	61	63	64	65	66	67

ном разрезе доступна на сайте Центрального банка России\*. В частности, в 2020 г. общее количество платежных терминалов на территории России составляло около 3,2 млн. По количеству терминалов отдельных банков государственной статистики нет, однако некоторые данные доступны из официальных сообщений самих банков и из средств массовой информации. В частно-

сти, самым крупным банком по количеству платежных терминалов является Сбербанк. В сентябре 2020 г. их было около 2,2 млн\*\*.

Поэтому для Сбербанка получаем

$$P(B|Card) = P(Sber|Card) = \frac{2200000}{3200000} = 0,69.$$

Значения наблюдаемой Сбербанком доли пассажиропотока  $(N_O, N_D)$  при разных значениях  $N_O$  и  $N_D$  представлены в табл. 3.

\*<https://cbr.ru>.

\*\*<https://www.kommersant.ru/doc/4502617>.



Таблица 4

Результаты расчета величины ( $N_O, N_D$ ) при  $P(B|Card) = P((BANKS \setminus Sber)|Card) = 0,31$  (в %) (рассчитано автором)

$N_D \backslash N_O$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	3	5	7	8	9	10	10	11	11	12
2	0	5	9	12	14	16	17	19	20	20	21
3	0	7	12	16	19	22	23	25	26	27	28
4	0	8	14	19	23	26	28	30	31	33	34
5	0	9	16	22	26	29	32	34	35	37	38
6	0	10	17	23	28	32	35	37	39	40	41
7	0	10	19	25	30	34	37	39	41	43	44
8	0	11	20	26	31	35	39	41	43	45	47
9	0	11	20	27	33	37	40	43	45	47	48
10	0	12	21	28	34	38	41	44	47	48	50

Как показывает табл. 3, из всех пассажиров, совершающих по одной покупке в пунктах отправления и прибытия, только 14 % можно учесть на основе данных Сбербанка о перемещении карт между платежными терминалами. Для других значений  $N_O$  и  $N_D$  эта доля, конечно же, выше, и чтобы получить точное значение доли  $T_B/T$  для всего пассажиропотока, необходимо знать распределение пассажиропотока  $PASS$  по слоям  $PASS(N_O, N_D)$ . Получить такую информацию для пары населенных пунктов можно только с помощью опроса пассажиров. Для менее точной оценки рассмотрим две наиболее широко встречающиеся формы транспортного поведения на междугородних маршрутах:

- 1) ежедневные поездки «утром туда, вечером обратно»;
- 2) поездки на неделю «в воскресенье/понедельник туда, в пятницу/субботу обратно».

Поездки первого типа характерны для населенных пунктов, время в пути между которыми не превышает полтора часа. Таким поездкам примерно соответствуют все возможные пары значений  $N_O = 0, 1, 2, 3$  и  $N_D = 0, 1, 2, 3$ . В предположении равномерного распределения пассажиропотока  $PASS$  по слоям  $PASS(N_O, N_D)$  для этих значений получаем, что перемещения банковских карт составляют 15,8 % от общего пассажиропотока. Поездам второго типа можно поставить в соответствие все возможные пары значений  $N_O = 0, 1, 2, 3$  и  $N_D = 10$ . При аналогичных предположениях получаем, что во втором случае перемещения банковских карт составляют 31,5 % от общего пассажиропотока.

Все остальные банки занимают 31 % рынка платежных терминалов. Проводя для них аналогичные расчеты, получаем табл. 4. Несложно вычислить, что перемещения банковских карт, фиксируемые через терминалы этих банков, составляют 4,8 % для поездок первого типа и 15,3 % для поездок второго типа.

Сравнение табл. 3 и 4 показывает, что значение  $P(B|Card)$  существенно влияет на долю пассажиропотока, учитываемого терминалами оплаты. Более полно характер этого влияния можно увидеть на рис. 1.

## Выводы

На основе полученных результатов можно утверждать, что количественные оценки пассажиропотока через перемещения банковских карт существенно зависят от транспортного и платежного поведения населения, а также от того, какая доля платежных терминалов используется для наблюдения за перемещениями банковских карт. В частности, установлено, что даже в случае использования всех имеющихся терминалов перемещения банковских карт составляют около 30 % от ежедневных междугородних поездок «утром туда, вечером обратно» и немногим более 40 % от поездок на неделю «в воскресенье/понедельник туда, в пятницу/субботу обратно». Если же используется только часть терминалов, то эти значения существенно уменьшаются. Так, при использовании 69 % терминалов (это соответствует количеству терминалов для банка, являю-

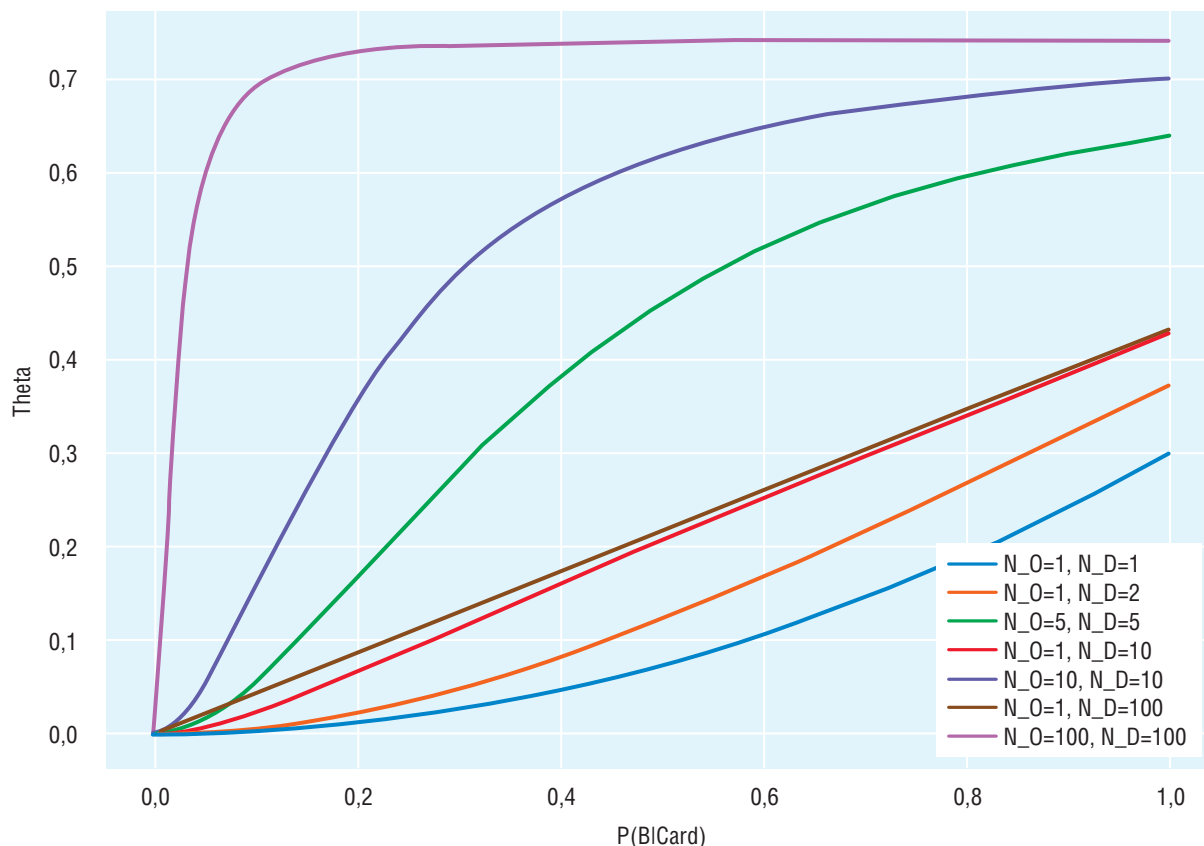


Рис. 1. Зависимость  $(N_O, N_D)$  от  $P(B|Card)$  (рассчитано автором)

щегося лидером в этой сфере) наблюдаемые перемещения карт составляют 15,8 % и 31,5 % от общих пассажиропотоков для поездок двух указанных типов. Если же используется 31 % терминалов (т.е. все терминалы, которые обслуживаются остальными банками), то перемещения карт составляют всего 4,8 % от общего количества ежедневных поездок и 15,3 % от поездок на неделю.

Зависимость наблюдаемой через терминалы доли поездок от используемой для этого доли терминалов является нелинейной. Причем для ежедневных поездок эта зависимость является выпуклой вниз, а для по-

ездок на неделю — выпуклой вверх. Это говорит о том, что данные о перемещении карт, которыми обладают небольшие банки, дают существенно меньше полезной информации о ежедневных пассажиропотоках, чем данные от крупных банков, владеющих значительной долей платежных терминалов. Для поездок на неделю ситуация несколько иная. Здесь относительно небольшое число терминалов обеспечивает наблюдение за достаточно большой частью пассажиропотока. **IT**

Статья подготовлена в соответствии с планом НИР УрГУПС.

## Список литературы

1. Zhang L., Southworth F., Xiong C., Sonnenberg A. Methodological Options and Data Sources for the Development of Long-Distance Passenger Travel Demand Models: A Comprehensive Review // Transport Reviews. 2012. V. 32. P. 399–433.
2. Cordera R., Sañudo R., dell'Olio L., Ibeas A. Trip distribution model for regional railway services considering spatial effects between stations // Transport Policy. 2018. V. 67. P. 77–84.
3. Тимофеева Г. А., Ие О. Н. Применение синтетической гравитационной модели с показательно-степен-

## References

1. Zhang L., Southworth F., Xiong C., Sonnenberg A. Methodological Options and Data Sources for the Development of Long-Distance Passenger Travel Demand Models: A Comprehensive Review // Transport Reviews. 2012. V. 32. P. 399–433.
2. Cordera R., Sañudo R., dell'Olio L., Ibeas A. Trip distribution model for regional railway services considering spatial effects between stations // Transport Policy. 2018. V. 67. P. 77–84.
3. Timofeeva G. A., Ie O. N. Application of a synthetic gravity model with exponential gravity function to calculate

- ной функцией тяготения для расчета расщепления пассажиропотока по разным видам общественного транспорта // Транспорт Урала. 2020. № 4 (67). С. 3–9. ISSN 1815-9400.
4. Мартыненко А. В., Филиппова Е. Г. Моделирование пространственного распределения междугородных автомобильных поездок на основе данных сервисов карпулинга // Транспорт Урала. 2021. № 3 (70). С. 33–38. ISSN 1815-9400.
  5. Ashley D. J. Forecasting Passenger Travel Demand — International Aspects // Transportation. 1987. V. 14. P. 147–157.
  6. Мартыненко А. В., Ваколюк К. К. Прогнозирование пассажиропотоков в пригородном железнодорожном сообщении на основе социально-экономических показателей и структуры землепользования (на примере Челябинской области) // Транспорт Урала. 2021. № 4(71). С. 58–65. ISSN 1815-9400.
  7. Karlaftis M. G. Ridership Estimation of a New LRT System: Direct Demand Model Approach // Journal of Transport Geography. 2017. V. 58. P. 146–156.
  8. Akin M., Sağıroğlu Ş. Traffic Prediction Based on Big Data Perspective // Proceedings of the 1st International Informatics and Software Engineering Conference (UBMYK). 2019. P. 1–6.
  9. Iqbal S., Choudhury C., Wang P., González M. Development of origin–destination matrices using mobile phone call data // Transportation Research Part C: Emerging Technologies. 2014. V. 40. P. 63–74.
  10. Chen C., Ma J., Susilo Y., Liu Y., Wang M. The promises of big data and small data for travel behavior (aka human mobility) analysis // Transportation Research Part C: Emerging Technologies. 2016. V. 68. P. 285–299.
  11. Anda C., Erath A., Fourie P. Transport modelling in the age of big data // International Journal of Urban Sciences. 2017. V. 21. P. 19–42.
  12. Социологическое исследование «Использование наличных и безналичных способов оплаты» // Аналитическая служба «Левада-Центр». URL: <https://www.levada.ru/2019/11/11/ispolzovanie-nalichnyh-i-beznalichnyh-sposobov-oplaty/> (дата обращения: 03.03.2023).
- the splitting of passenger traffic by different types of public transport // Transport of the Urals. 2020. No. 4 (67). P. 3–9. ISSN 1815-9400.
4. Martynenko A. V., Filippova E. G. Modeling of spatial distribution of intercity car trips based on data from carpooling services // Transport of the Urals. 2021. No. 3 (70). P. 33–38. ISSN 1815-9400.
  5. Ashley D. J. Forecasting Passenger Travel Demand – International Aspects // Transportation. 1987. V. 14. P. 147–157.
  6. Martynenko A. V., Vakolyuk K. K. Forecasting passenger traffic in suburban railway traffic on the basis of socio-economic indicators and the structure of land use (on the example of the Chelyabinsk region) // Transport of the Urals. 2021. No. 4 (71). P. 58–65. ISSN 1815-9400.
  7. Karlaftis M. G. Ridership Estimation of a New LRT System: Direct Demand Model Approach // Journal of Transport Geography. 2017. V. 58. P. 146–156.
  8. Akin M., Sağıroğlu Ş. Traffic Prediction Based on Big Data Perspective // Proceedings of the 1st International Informatics and Software Engineering Conference (UBMYK). 2019. P. 1–6.
  9. Iqbal S., Choudhury C., Wang P., González M. Development of origin–destination matrices using mobile phone call data // Transportation Research Part C: Emerging Technologies. 2014. V. 40. P. 63–74.
  10. Chen C., Ma J., Susilo Y., Liu Y., Wang M. The promises of big data and small data for travel behavior (aka human mobility) analysis // Transportation Research Part C: Emerging Technologies. 2016. V. 68. P. 285–299.
  11. Anda C., Erath A., Fourie P. Transport modelling in the age of big data // International Journal of Urban Sciences. 2017. V. 21. P. 19–42.
  12. Sociological research “The use of cash and non-cash payment methods” // Analytical service “Levada-Center”. URL: <https://www.levada.ru/2019/11/11/ispolzovanie-nalichnyh-i-beznalichnyh-sposobov-oplaty/> (accessed 03.03.2023).



**Валентина Сергеевна  
Паршина**  
Valentina S. Parshina



**Ольга Викторовна  
Гилёва**  
Olga V. Gileva

## Расширение сервиса в вокзальных комплексах

### Expansion of service in railway station complexes

#### Аннотация

Статья посвящена проблеме расширения перечня услуг на вокзальных площадях. Приведен зарубежный опыт оборудования вокзалов. Для определения перечня услуг в вокзальных комплексах проведен пилотажный опрос населения разных возрастных групп и видов деятельности. Результаты опроса позволяют сделать вывод о целесообразности проведения исследований в этом направлении для удовлетворения многосторонних потребностей пассажиров и клиентов, повышения эффективности функционирования вокзалов, развития сферы услуг.

**Ключевые слова:** вокзалы, сервис, пассажиропоток, коммерческая деятельность.

#### Abstract

The article is devoted to the problem of expanding the list of services at railway stations. The foreign experience of station equipment is presented. In order to determine the list of services in the station complexes, a pilot survey of the population of different age groups and types of activities was conducted. The results of the survey allow us to conclude that it is advisable to conduct research in this direction to meet the multilateral needs of passengers and customers, improve the efficiency of functioning of railway stations, and develop the service sector.

**Keywords:** railway stations, service, passenger traffic, commercial activity.

#### Авторы Authors

*Валентина Сергеевна Паршина, д-р экон. наук, профессор кафедры «Управление в социальных и экономических системах, философия и история» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: vparshina@usurt.ru | Ольга Викторовна Гилёва, старший преподаватель кафедры «Управление в социальных и экономических системах, философия и история» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: inturistplus@mail.ru*

*Valentina S. Parshina, Doctor of Economics, Professor of "Management in Social and Economic Systems, Philosophy and History" Department of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg; e-mail: vparshina@usurt.ru | Olga V. Gileva, Senior Lecturer of "Management in Social and Economic Systems, Philosophy and History" Department of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg; e-mail: inturistplus@mail.ru*

## Опыт развитых стран по организации вокзальных комплексов

В современных экономических условиях с учетом развития рыночных отношений все большее внимание уделяется проблемам коммерческой эксплуатации железнодорожных вокзалов. Наше время предъявляет новые требования к качеству инфраструктуры по оказанию разнообразных услуг на вокзалах [1].

Знакомство с новыми странами, регионами и городами начинается с вокзалов, именно эти здания встречают гостей и дарят первые впечатления. Поэтому железнодорожные станции, морские и речные порты всегда старались украсить и придать своим вокзалам монументальность, чтобы сделать их привлекательными для посетителей. В развитых странах вокзалы, как важные общественные объекты, являются достопримечательностью [2]. Многоэтажные здания, гигантские прозрачные крыши, ботанические сады внутри вокзальных помещений — так выглядят самые лучшие и современные железнодорожные вокзалы мира [3]. Старейший и самый крупный в мире вокзал — центральный вокзал Нью-Йорка — сочетает в себе элементы итальянского ренессанса и французского барокко. А великолепный образец английской неоготической архитектуры викторианского периода вокзал Сент-Панкрас в Лондоне из красного кирпича стал одной из «визитных карточек» города [4].

Какими бы величественными ни были здания железнодорожных вокзалов, вокзал — это транспортно-пересадочный хаб, интегрированный в городское пространство, центр городской жизни с широким спектром сервисов и услуг, связанных не только с транспортной функцией [5]. Например, на центральном вокзале Нью-Йорка есть несколько очень популярных кафе, особенно знаменит устричный бар; есть кинотеатр, и если поезд задерживается или вы приехали на вокзал слишком рано, можно провести время за просмотром фильма. А на территории центрального вокзала Цюриха расположены 92 магазина и 62 ресторана! Ни одна другая железнодорожная станция не имеет такого обилия точек торговли и общепита [6].

Главным аспектом системы управления железнодорожными вокзальными комплексами, влияющим на коммерческую деятельность, является взвешенная организация пространства. К основной тенденции развития зарубежных железнодорожных вокзалов относится преобразование традиционных вокзалов в терминалы, обеспечивающие взаимодействие различных видов транспорта на всех территориальных уровнях. Кроме обеспечения пассажиров всеми необходимыми транспортными услугами, терминалы выполняют также функции бизнес- и торгово-развлекательных центров (например, железнодорожные вокзалы в Берлине, Сеуле, Пекине, Кембридже и др.). Стабильные пассажиропотоки, значительные

размеры занимаемой вокзалами территории, расположение в центральной части города — все это позволяет использовать вокзалы в проектах комплексного развития привокзальных территорий [7].

## Пути реорганизации российских вокзалов

В пассажирских перевозках постоянно происходят изменения. Так, например, высокоскоростное движение в России способствует приходу на железнодорожные вокзалы новой категории пассажиров, что влечет за собой создание коммерческого сегмента более высокого уровня. Часть авиапассажиров пересекается на скоростные поезда, и, конечно, они хотели бы видеть на вокзале те же магазины и кафе, что и в аэропортах, и готовы за это платить.

В настоящее время продолжается развитие железнодорожных вокзалов как объектов коммерческой деятельности. Основная задача — превращение вокзалов в современные транспортно-пересадочные узлы с развитой общественно-деловой функцией, направленной на удовлетворение многообразных потребностей всех категорий клиентов ОАО «РЖД». Услуги, оказываемые пассажирам и посетителям вокзалов, должны быть качественными и доступными [1].

Можно уверенно говорить о коммерческой привлекательности вокзалов. При выборе арендатором места расположения бизнеса часто предпочтение отдается вокзалу как экономически выгодному объекту в сравнении с торговым центром, что обусловлено гарантированным пассажиропотоком, нахождением комплексов в центральной части города. Безусловно, объем пассажиропотока разный в зависимости от региона. Кроме того, структура пассажиропотока определяет разные потребности отдельных его составляющих и формирует возможность найти свою нишу любому бизнесу. Так, среди преобладающих предпочтений пассажиров пригородного сообщения отмечается система быстрого питания — фастфуд. Для пассажиров дальнего следования больше интересны товары, которые можно взять с собой в дорогу, а также питание, но уже другого формата — полноценный завтрак, обед или ужин [8].

## Результаты проведенного исследования

Для формирования приоритетов в обслуживании пассажиропотоков целесообразно изучить потребности клиентов конкретного вокзала. Вокзал — это здание с прилегающими территориями, включенное в разрыв



между городом и железной дорогой место, где осуществляется сервисное обслуживание различных категорий пассажиров. В типовой набор услуг включены: камера хранения, медпункт, справочная, кассы, диспетчерская, терминалы, залы ожидания, разные кафе, туалеты и т.д. [9].

Для выявления потребностей в услугах явных и потенциальных клиентов конкретного железнодорожного вокзала было проведено анкетирование жителей города-миллионника. Респонденты были сегментированы по возрасту: молодежь (возрастная группа 18–25 лет), средний возраст (26–44 года), старший возраст (45 лет и старше) (рис. 1), а также по профессиональному составу (рис. 2). Преобладающая часть опрошенных — студенты.

Поскольку перечень потребностей клиентов зависит от цели поездки и времени нахождения на вокзале, связанных с видом перемещения (на близкие или дальние расстояния), были заданы вопросы: «Как часто вы осуществляете поездки поездами дальнего следования?», «Как часто вы осуществляете поездки пригородным поездом?». Результаты опроса представлены на рис. 3 и 4.

Ответы показали следующие результаты: поездами дальнего следования пользуются один раз в год 56 % всех респондентов, а постоянно ездят 20 % студентов. Пригородными поездами пользуются круглогодично около 30 % опрошенных студентов, 42 % респондентов — редко, а 12 % опрошенных — только в летний период.

Цели поездок обуславливают перечень требующихся услуг. На рис. 5 представлены результаты опроса о целях поездок. Большая часть респондентов совершает поездки в личных целях (42 %) или в отпуск (38 %). При этом для людей важны (по убыванию значимости): чистота, комфортность, доступность информации (рис. 6).

Далее респондентам предлагалось оценить значимость для них существующих на вокзале услуг.

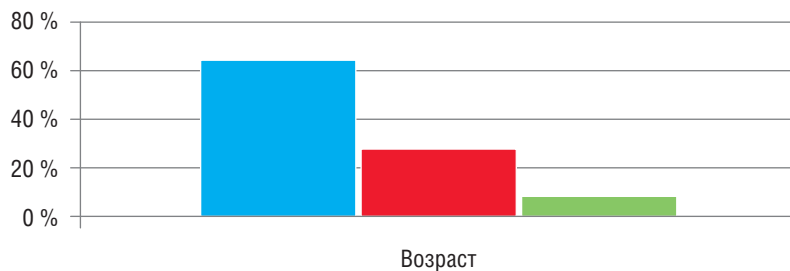


Рис. 1. Возрастной состав респондентов:

■ — 18–25 лет; ■ — 26–44 года; ■ — 45 лет и старше



Рис. 2. Профессиональный состав респондентов:

■ — студенты; ■ — работающие; ■ — неработающие/пенсионеры

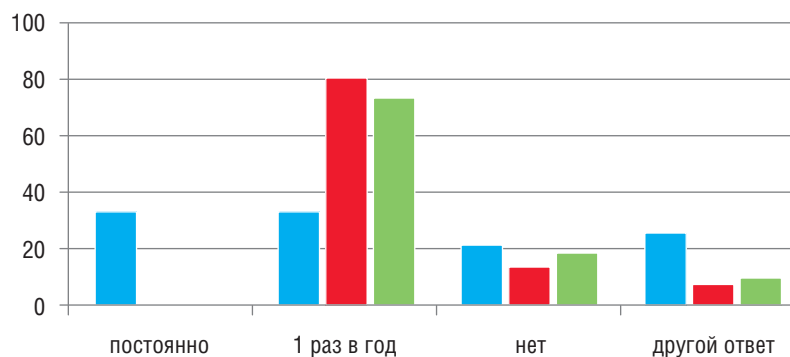


Рис. 3. Результаты опроса: «Как часто вы осуществляете поездки поездами дальнего следования?»:

■ — 18–25 лет; ■ — 26–44 года; ■ — 45 лет и старше

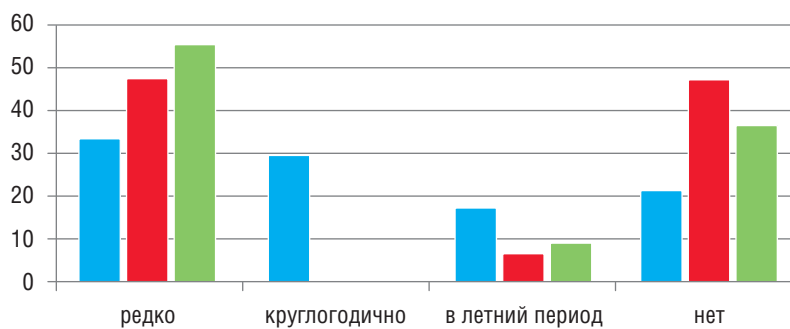


Рис. 4. Результаты опроса: «Как часто

вы осуществляете поездки пригородным поездом?»:

■ — 18–25 лет; ■ — 26–44 года; ■ — 45 лет и старше

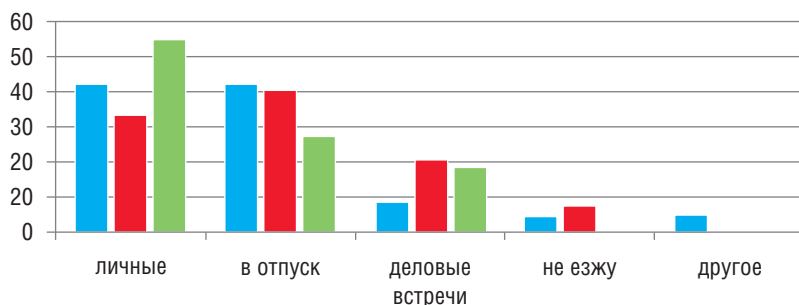


Рис. 5. Цели поездок:

■ — 18–25 лет; ■ — 26–44 года; ■ — 45 лет и старше

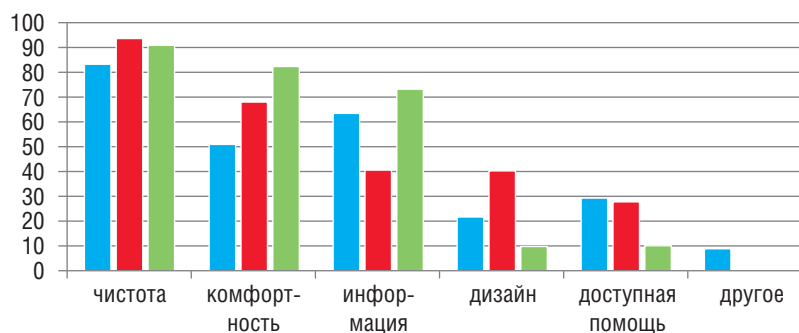


Рис. 6. Результаты опроса: «На что вы обращаете внимание на железнодорожном вокзале?»:

■ — 18–25 лет; ■ — 26–44 года; ■ — 45 лет и старше

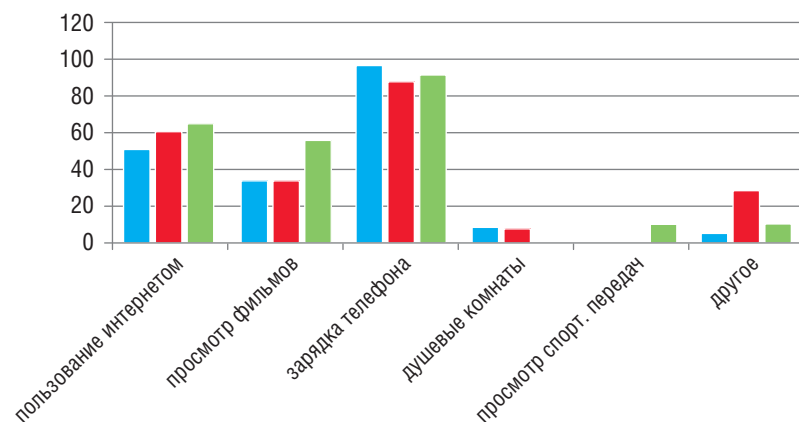


Рис. 7. Результаты опроса: «Какие услуги на железнодорожном вокзале представляют для вас интерес?»:

■ — 18–25 лет; ■ — 26–44 года; ■ — 45 лет и старше

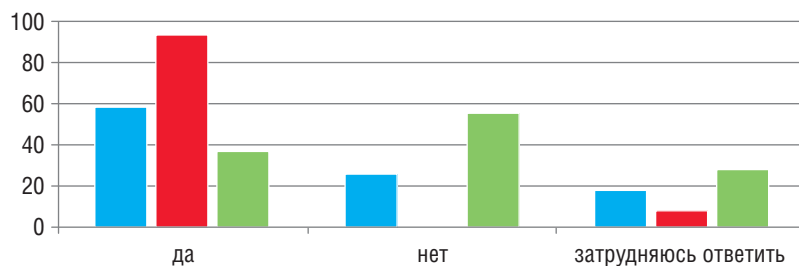


Рис. 8. Результаты опроса: «Вами будут востребованы рестораны быстрого питания на вокзале?»:

■ — 18–25 лет; ■ — 26–44 года; ■ — 45 лет и старше

По данным опроса, самыми востребованными услугами на железнодорожном вокзале стали зарядка гаджетов, пользование интернетом и желание приятно провести свободное время за просмотром фильмов, спортивных передач и т.п. (рис. 7). Данные услуги не зависят от возраста и социального статуса респондентов.

В исследовании сделана попытка выявить запросы потребителей, спрогнозировать и расширить спектр возможных услуг, чтобы сформировать перечень востребованных предприятий торговли и общественного питания, служб доставки и пунктов выдачи дистанционно заказанных товаров.

На вопрос о востребованности ресторанов быстрого питания на вокзале большинство респондентов всех возрастных групп ответили положительно (рис. 8).

Основываясь на том, что объем заказов различных товаров с доставкой на дом или через пункты выдачи расширяется с каждым годом, был задан вопрос о целесообразности размещения таких пунктов на вокзале, что позволило бы сэкономить время на их посещение (рис. 9). Однако только 20 % всех опрошенных и 25 % студентов отреагировали положительно, что можно объяснить недостаточной включенностью возрастного населения в эти процессы.

Позитивный отклик от респондентов получил вопрос о доставке на вокзал уже готовых продуктов питания: сервисом доставки еды или продуктов хотели бы воспользоваться 46 % всех респондентов, в том числе 50 % студентов (рис. 10).

Для повышения эффективности деятельности вокзалов необходимо направить усилия на создание дополнительных услуг и удобств, например, связанных с доставкой товаров или продуктов непосредственно к отправлению поезда или к его прибытию. При сдаче помещений в аренду задачей администрации вокзала является формирование востребо-

ванных видов услуг, а также выбор конкретных арендаторов на основе определенных показателей их деятельности. При этом вокзал ставит задачу увеличения пассажиропотока путем создания дополнительных условий для привлечения новых клиентов. Современным направлением является создание «цифрового профиля» клиента, который поможет процессу обоснованного расширения видов сервиса на железнодорожных вокзалах.

### Выводы

Развитие услуг в вокзальных комплексах выгодно как пассажирам, так и вокзалам и арендаторам площадей вокзалов, осуществляющим эти услуги. Для формирования комплексов услуг, наиболее приближенных к потребностям пассажиров и клиентов вокзалов, требуется изучение спроса на них, чтобы учесть особенности потребностей разновозрастного контингента и пассажиропотока конкретной территории. Приведенные результаты опроса о целесо-

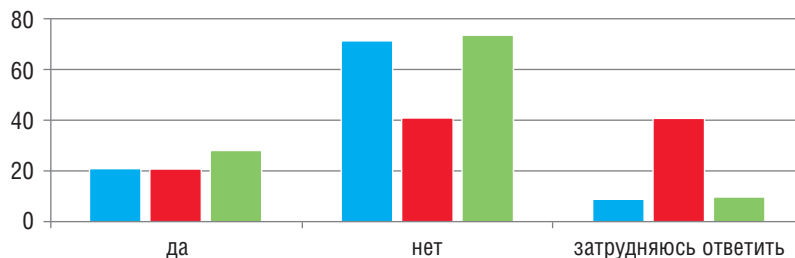


Рис. 9. Результаты опроса: «Будут ли востребованы вами пункты выдачи заказов на железнодорожном вокзале?»:  
■ — 18–25 лет; ■ — 26–44 года; ■ — 45 лет и старше

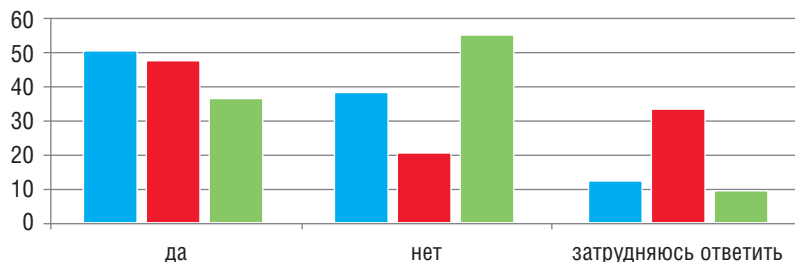


Рис. 10. Результаты опроса: «Будет пользоваться у вас спросом сервис доставки еды, продуктов и т.п. на железнодорожном вокзале?»:  
■ — 18–25 лет; ■ — 26–44 года; ■ — 45 лет и старше

образности внедрения на вокзалах ряда услуг показали заинтересованность граждан. Особенно позитивно прореагировала молодежь. Дальнейшие исследования будут посвящены определению потребностей пассажи-

ров в услугах зоны отдыха (кинотеатр, видеозал, выставочный зал, детская игровая зона и др.) и предприятий общественного питания, не представленных пока на железнодорожных вокзалах. **IT**

### Список литературы

1. Талдыкин В. П. Экономика отрасли : учебное пособие. М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2016. 544 с.
2. 5 вокзалов, которые стали достопримечательностями. URL: <https://sreda.temadnya.com/2484903241479620710/5-vokzalov-kotorye-stali-dostoprimechatelnostyami/> (дата обращения: 02.11.2022).
3. Самые современные железнодорожные вокзалы мира. URL: <https://fullpicture.ru/travel/samye-sovremennye-zd-vokzaly-mira.html> (дата обращения: 09.11.2022).
4. 7 необычных вокзалов со всего мира. URL: <https://www.admagazine.ru/architecture/7-neobychnyh-vokzalov-so-vsego-mira> (дата обращения: 02.11.2022).
5. Вокзалы XXI века: исторический облик, современная функциональность. URL: <https://rg.ru/2017/10/23/vokzaly-xxi-veka-istoricheskij-oblik-sovremennaia-funkcionalnost.html> (дата обращения: 02.11.2022).
6. Рейтинг лучших железнодорожных вокзалов Европы. URL: <https://www.biletik.aero/handbook/blog/rejtingi/rejting-luchshikh-zheleznodorozhnykh-vokzalov-evropy/> (дата обращения: 02.11.2022).
7. Апатцев В. И. Железнодорожные станции и узлы : учебник. М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2014. С. 644.
8. Как сбалансировать обслуживание пассажиров и коммерческую деятельность. URL: <http://www.pult.gudok.ru/archive/detail.php?ID=1395193> (дата обращения: 09.11.2022).
9. Как работает вокзал. URL: <https://habr.com/ru/company/tuturu/blog/426779/> (дата обращения: 09.11.2022).

### References

1. Taldykin V. P. Economics of the industry : textbook. M. : Educational and Methodological Center for Education in railway transport, 2016. 544 p.
2. 5 train stations that have become attractions. URL: <https://sreda.temadnya.com/2484903241479620710/5-vokzalov-kotorye-stali-dostoprimechatelnostyami/> (accessed: 02.11.2022).
3. The most modern railway stations in the world. URL: <https://fullpicture.ru/travel/samye-sovremennye-zd-vokzaly-mira.html> (accessed: 09.11.2022).
4. 7 unusual train stations from all over the world. URL: <https://www.admagazine.ru/architecture/7-neobychnyh-vokzalov-so-vsego-mira> (accessed: 02.11.2022).
5. Railway stations of the XXI century: historical appearance, modern functionality. URL: <https://rg.ru/2017/10/23/vokzaly-xxi-veka-istoricheskij-oblik-sovremennaia-funkcionalnost.html> (accessed: 02.11.2022).
6. Rating of the best railway stations in Europe. URL: <https://www.biletik.aero/handbook/blog/rejtingi/rejting-luchshikh-zheleznodorozhnykh-vokzalov-evropy/> (accessed: 02.11.2022).
7. Apattsev V. I. Railway stations and junctions : textbook. M. : Educational and Methodological Center for Education in Railway Transport, 2014. P. 644.
8. How to balance passenger service and commercial activity. URL: <http://www.pult.gudok.ru/archive/detail.php?ID=1395193> (accessed: 09.11.2022).
9. How the station works. URL: <https://habr.com/ru/company/tuturu/blog/426779/> (accessed: 09.11.2022).



**Павел Юрьевич  
Коробицын**  
Pavel Yu. Korobitsyn



**Анна Владимировна  
Волынская**  
Anna V. Volynskaya

## Роботизация рутинных операций при обслуживании информационных систем ОАО «РЖД»

### Robotization of routine operations in the maintenance of information systems of JSC «Russian Railways»

#### Аннотация

В статье показана эффективность роботизации рутинных операций автоматизированной системы управления единой службы поддержки пользователей (АСУ ЕСПП), предназначенной для формирования у пользователя обращений IT-услуг с внешнего портала или портала самообслуживания АСУ ЕСПП за счет сокращения времени выполнения обращений пользователей.

**Ключевые слова:** цифровая трансформация ОАО «РЖД», роботизация, Robin, АСУ ЕСПП, ЕКАСУТР.

#### Abstract

The article illustrates the effectiveness of robotization of routine operations of the automated management system of unified user support service (AMS UUSS), designed to generate user requests for IT services from the external portal or self-service portal of the AMS UUSS by reducing the execution time of user requests.

**Keywords:** digital transformation of JSC “Russian Railways”, robotization, Robin, AMS UUSS, UCASHRM (Unified corporate automated system of human resources management).

#### Авторы Authors

*Павел Юрьевич Коробицын, магистрант кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | Анна Владимировна Волынская, канд. техн. наук, доцент кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург*

*Pavel Yu. Korobitsyn, Master's student of "Railway Automation, Telemechanics and Communication" Department of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg | Anna V. Volynskaya, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of "Railway Automation, Telemechanics and Communication" Department of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg*

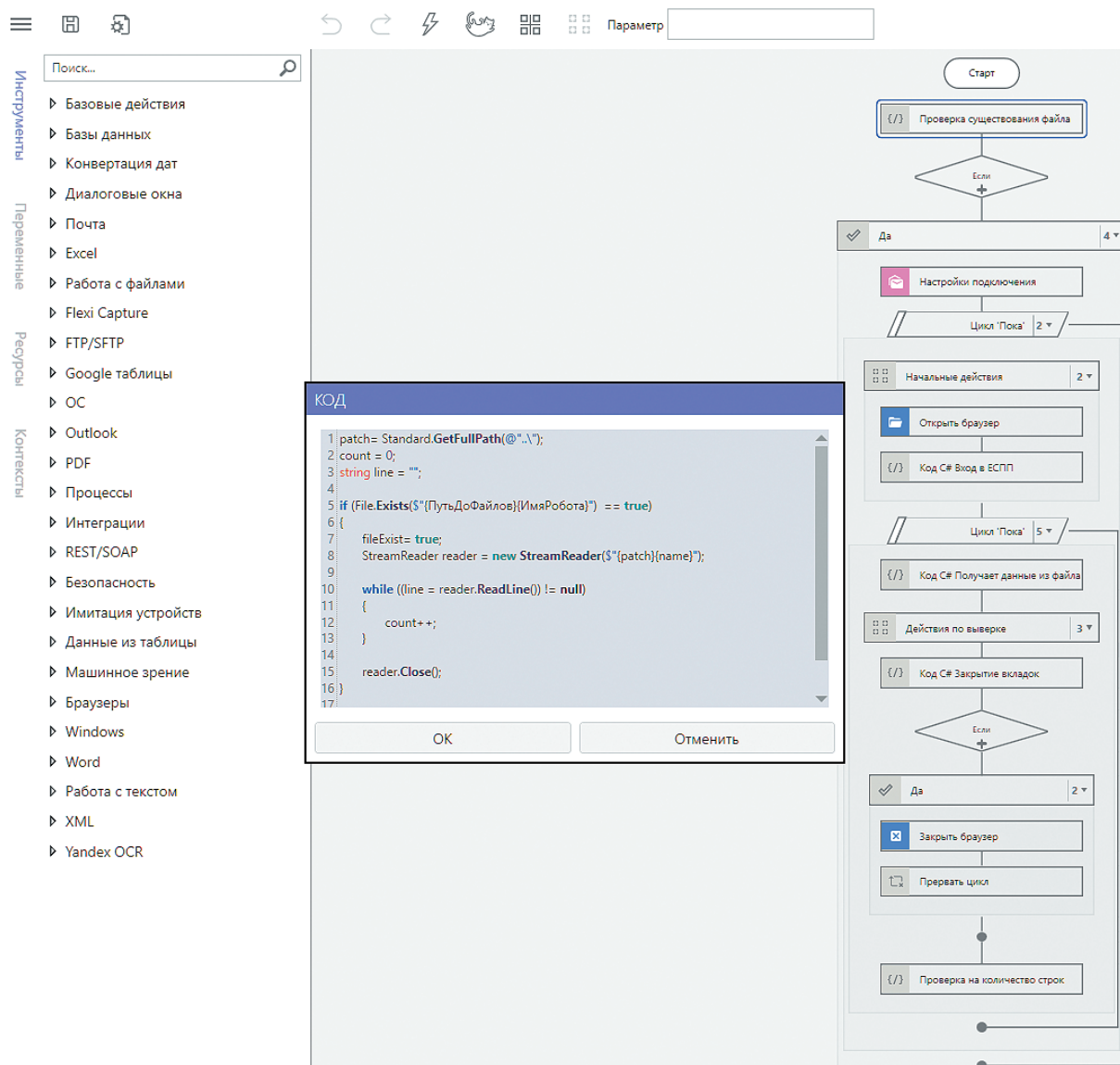


Рис. 1. Интерфейс Robin Studio

В крупных компаниях функционирует множество информационных систем: поддержки пользователей, бухгалтерского учета, контроля рабочего времени, почтовые системы и т.д. При этом многие процессы в информационных системах автоматизированы, но зачастую при их обслуживании выполняется большое количество однотипных работ.

При обслуживании информационных систем крупных компаний, и в частности ОАО «РЖД», возникает существенная проблема: большое количество рутинных операций, при обработке которых сотрудники тратят много времени на выполнение простых задач.

В рамках программы цифровой трансформации компании ОАО «РЖД» до 2025 г. для повышения оперативной эффективности решено внедрять программных роботов. Российские железные дороги развивают собственные

компетенции по разработке и вводу в эксплуатацию систем роботизации. По итогам 2020 г. было введено в эксплуатацию более тысячи программных роботов [1, 2].

Для автоматизации бизнес-процессов с использованием программных роботов ОАО «РЖД» использует российскую платформу от компании Robin — полностью импортозамещенный программный продукт (рис. 1). Данная система при помощи визуальной среды разработки позволяет автоматизировать большой спектр операций. Программный робот разрабатывается при помощи готовых блоков действий, что позволяет создавать программных роботов даже не самым опытным разработчикам. Если же функционала готовых блоков действий для создания робота не хватает, можно прибегнуть к программному коду, что позволяет разрабатывать роботов, способных решать большой спектр задач [3].



Таблица 1

Количество выполненных обращений в день

Способ выполнения	Номер дня						
	1	2	3	4	5	6	7
Вручную	2	5	10	11	46	5	0
Средствами роботизации	1134	734	748	722	1010	767	131

У платформы роботизации рутинных операций Robin Studio есть возможность работать с различными программными продуктами, начиная от интерфейса операционной системы и офисных программ, заканчивая работой с браузером и возможностью отправлять и получать запросы на сервера.

Благодаря системам роботизации рутинных операций, появилась возможность автоматизировать спектр работ, в которых нужно действовать по определенному алгоритму, что позволит освободить время сотрудников для выполнения более приоритетных задач.

Преимущества роботизированной системы над человеком — скорость и качество работы, уменьшение вероятности возникновения ошибок, контроль (при выполнении операций каждое действие робота протоколируется), решение нескольких задач параллельно, а также возможность выполнения задач роботами в круглосуточном режиме.

Благодаря платформе роботизации есть возможность запускать программных роботов как вручную, так и по расписанию. Запуск робота по расписанию очень удобен. Например, сотруднику в начале рабочего дня нужно составить отчет, на который он тратит много времени. Программный робот, запущенный по расписанию до начала рабочего дня, может составить отчет и отправить его на электронную почту сотруднику компании.

Можно выделить две большие группы роботов, различающихся по принципу работы: робот-помощник и автономный робот. Робот-помощник выполняет все действия под контролем человека. Автономный робот при выполнении алгоритма не требует вмешательства человека.

В настоящее время авторы статьи занимаются роботизацией рутинных операций автоматизированной системы управления единой службы поддержки пользователей (АСУ ЕСПП), предназначенной для формирования у пользователя обращений IT-услуг с внешнего портала или с портала самообслуживания АСУ ЕСПП.

АСУ ЕСПП обеспечивает следующие функции:

- регистрация обращений пользователей;
- решение обращений пользователей;
- контроль за исполнением обращений;
- информирование пользователей и руководства о состоянии выполнения работ;

- проверка эффективности решения и закрытия обращений.

Для добавления новых сотрудников и предоставления доступа к различным информационным системам используется автоматизированная система создания и обработки заявок на предоставление доступа к информационным ресурсам ОАО «РЖД» (АС ОЗ). Скорость выполнения обращений, которые связаны с данной системой, очень важна, ведь она влияет на получение доступа пользователей к информационным системам, что сказывается на возможности пользователя своевременно начать работу [4].

Процесс обработки обращений информационной системы АС ОЗ можно представить в виде четкого алгоритма, поэтому было решено разработать программных роботов, которые добавляют пользователям права для работы с различными информационными системами (права доступа пользователям в системе ЕКАСУТР).

Благодаря роботизации, большая часть обращений выполняется роботом, а не сотрудником. Некоторую часть обращений, которые по каким-либо причинам не смог выполнить робот, выполняет технолог. В табл. 1 представлено количество обращений, которые выполнены технологом и средствами роботизации за период, равный семи дням. Получается, что системы роботизации выполняют 99 % обращений, поступивших от пользователей на предоставление и изменение прав доступа в информационной системе ЕКАСУТР (рис. 2).

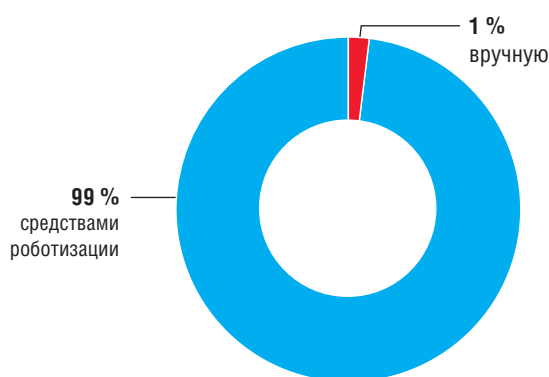


Рис. 2. Диаграмма процентного соотношения выполненных обращений

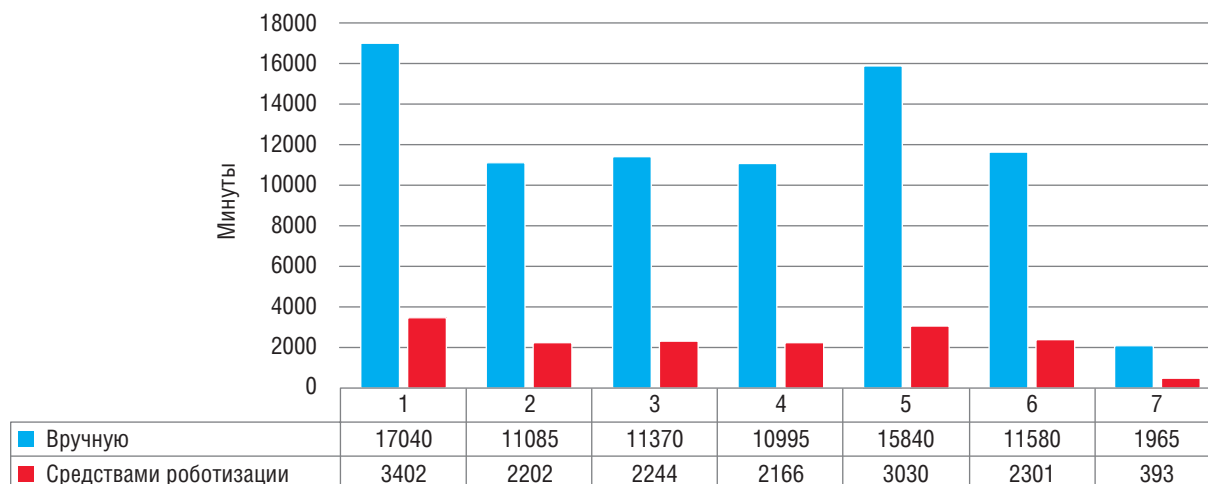


Рис. 3. Время, затраченное на выполнение обращений сотрудниками и средствами роботизации

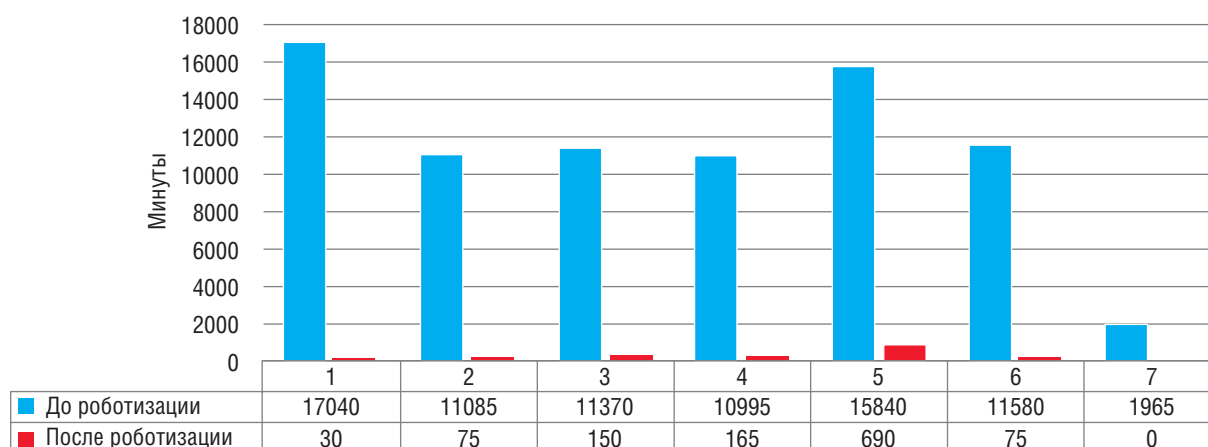


Рис. 4. Время, затраченное на выполнение обращений сотрудниками до и после внедрения системы роботизации рутинных операций

На выполнение одного обращения технолог тратит в среднем 15 минут, а робот — 3 минуты. Произведя подсчеты, можно узнать, сколько времени на выполнение обращений тратит сотрудник и робот (рис. 3).

Система роботизации позволила сэкономить рабочее время сотрудников. На рис. 4 показано, какое количество времени тратилось сотрудниками до и после внедрения системы роботизации рутинных операций.

Анализируя представленные графики, можно сделать вывод, что при роботизации рутинных операций информационных систем ОАО «РЖД» время выполнения обращений пользователей уменьшилось в несколько раз. Внедряя системы роботизации, предприятие тем самым освобождает рабочее время технолог, позволяя им выполнять более приоритетные задачи. **IT**

### Список литературы

1. РЖД и Робин: Облачная фабрика программных роботов // TAdviser. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:РЖД\\_и\\_Робин:\\_Облачная\\_фабрика\\_программных\\_роботов](https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:РЖД_и_Робин:_Облачная_фабрика_программных_роботов) (дата обращения: 05.11.2022).
2. Холдинг «РЖД» предложит транспортной отрасли платформу программных роботов // ОАО «РЖД»: официальный сайт. URL: <https://company.rzd.ru/ru/9397/page/104069?id=259061> (дата обращения: 10.11.2022).
3. ROBIN RPA — ведущая российская RPA-платформа. URL: <https://www.rpa-robin.ru/>
4. Информационная поддержка // GUDOK.RU. URL: [https://gudok.ru/zdr/180/?page\\_print=Y&ID=1394190](https://gudok.ru/zdr/180/?page_print=Y&ID=1394190) (дата обращения: 15.11.2022).

### References

1. Russian Railways and Robin: Cloud factory of software robots // TAdviser. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:РЖД\\_и\\_Робин:\\_Облачная\\_фабрика\\_программных\\_роботов](https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:РЖД_и_Робин:_Облачная_фабрика_программных_роботов) (accessed: 05.11.2022).
2. Russian Railways Holding will offer the platform of software robots to the transport industry // JSC Russian Railways: official website. URL: <https://company.rzd.ru/ru/9397/page/104069?id=259061> (accessed: 10.11.2022).
3. ROBIN RPA is the leading Russian RPA platform. URL: <https://www.rpa-robin.ru/>
4. Information support // GUDOK.RU. URL: [https://gudok.ru/zdr/180/?page\\_print=Y&ID=1394190](https://gudok.ru/zdr/180/?page_print=Y&ID=1394190) (accessed: 15.11.2022).



Владимир Сергеевич  
Красильников

Vladimir S. Krasilnikov

## Несущие платформы для устройств контроля схода подвижного состава в виде шпал рельсошпальной решетки

### Load-bearing platforms for rolling stock derailment control devices in the form of sleepers of a rail-sleeper grid

#### Аннотация

Насущной проблемой эксплуатации устройств контроля схода подвижного состава (УКСПС) является возникновение микротрещин и потери электрического контакта из-за недостаточной защиты контрольной цепи от динамических воздействий, которые передаются к датчикам через узлы крепления на платформе. Это приводит к ложному тревожному сигналу. Задача исследования заключается в поиске технических решений по применению несущих платформ, направленных на устранение влияния колебаний рельсошпальной решетки на работоспособность датчиков контроля. В статье рассмотрены различные виды платформ, преимущества и недостатки их конструкций. Предложено техническое решение для создания более надежной конструкции несущей платформы.

**Ключевые слова:** подвижной состав, устройство контроля схода подвижного состава (УКСПС), несущая платформа, рельсошпальная решетка.

#### Abstract

The immediate challenge in operation of rolling stock derailment control devices (RSDCD) is occurrence of microcracks and loss of electrical contact due to insufficient protection of the control circuit from dynamic influences which are transmitted to the sensors through attachment points on the platform. This will result in a false alarm. The objective of the study is to find technical solutions for the use of load-bearing platforms aimed at eliminating the influence of vibrations of the rail-sleeper grid on performance of monitoring sensors. The article discusses various types of platforms, advantages and disadvantages of their designs. A technical solution is proposed for building a more reliable design of the carrier platform.

**Keywords:** rolling stock, rolling stock derailment control device (RSDCD), load-bearing platform, rail-sleeper grid.

#### Авторы Authors

Владимир Сергеевич Красильников, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры «Общеобразовательные и профессиональные дисциплины» филиала Самарского государственного университета путей сообщения в г. Нижнем Новгороде, Нижний Новгород; e-mail: vskrasilnikov@ya.ru

Vladimir S. Krasilnikov, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of "General Education and Professional Disciplines" Department of the branch of Samara State Transport University in Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod; e-mail: vskrasilnikov@ya.ru

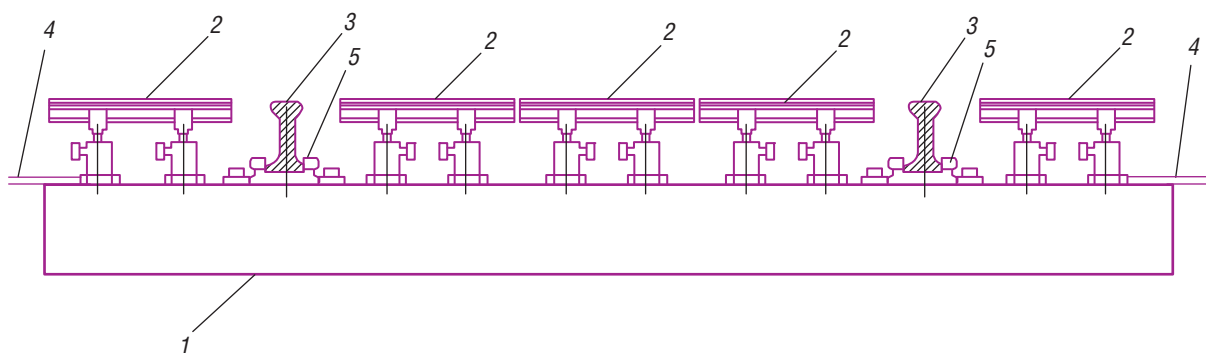


Рис. 1. Схема УКСПС на деревянной шпале рельсошпальной решетки [5]:  
1 — шпала; 2 — датчики контроля; 3 — рельсовая колея; 4 — проводники; 5 — рельсовые скрепления

## Введение

Устройство контроля схода подвижного состава (УКСПС) включает в себя датчики контроля нижнего габарита, несущие платформы для размещения датчиков, узлы крепления платформ и контрольную электрическую цепь. В случае рельсошпальной решетки с железобетонными шпалами датчики контроля монтируются на деревянной шпале, укладываемой вместо железобетонной шпалы или в межшпальном пространстве [1–3]. Главным недостатком существующих несущих платформ является их вибрация и колебания при прохождении составов, что приводит к ложному срабатыванию датчиков контроля [4]. Целью исследования является поиск технических решений для несущих платформ, направленных на устранение этого недостатка. Для решения проблемы возникновения микротрещин в датчиках контроля, вызываемых колебаниями рельсошпальной решетки, были изучены различные технические решения для несущих платформ. Были проанализированы достоинства и недостатки технических решений для платформ в виде штатной шпалы рельсошпальной решетки и дополнительной шпалы, размещаемой в межшпальном пространстве.

## 1. Платформы в виде штатной шпалы рельсошпальной решетки

Одним из технических решений для несущих платформ является использование штатной прямоугольной шпалы рельсошпальной решетки в качестве несущей платформы, на которую устанавливаются датчики контроля. В УКСПС [5], регламентированном для применения на сети железных дорог, в качестве несущей платформы используется штатная деревянная шпала рельсошпальной решетки (рис. 1).

На шпале 1 установлены датчики контроля 2: два датчика снаружи и три датчика внутри рельсовой ко-

леи 3. Датчики соединены между собой перемычками в единую контрольную цепь, которая подключена к кабельным муфтам проводниками 4. Шпала 1 прикреплена к колее 3 рельсовыми скреплениями 5. Однако такой вариант применения платформы в виде шпалы рельсошпальной решетки имеет ряд недостатков, включая трудоемкость монтажа датчиков контроля и необходимость их установки непосредственно на рельсовом пути.

Возможность применения штатной железобетонной шпалы в качестве несущей платформы УКСПС показана на рис. 2 (предлагается автором).

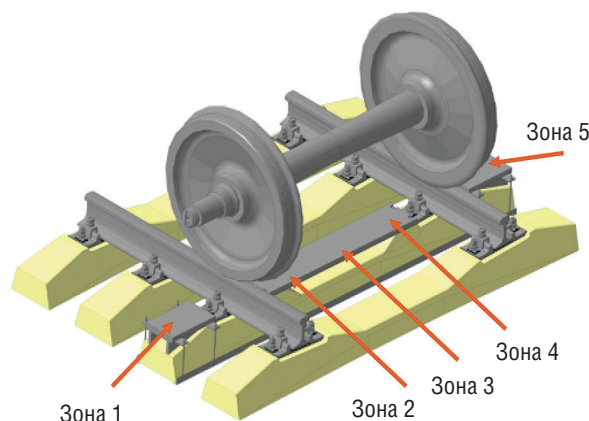


Рис. 2. Железобетонная шпала рельсошпальной решетки в качестве несущей платформы для УКСПС:  
зоны 1–5 — зоны расположения датчиков контроля

Датчики электромагнитного типа размещены в диэлектрических корпусах, расположенных в зонах контроля как вне рельсовой колеи (зоны 1, 5), так и внутри нее (зоны 2–4). Корпуса датчиков прикреплены к штатной железобетонной шпале с помощью скоб, консолей, уголков и шпилек.

Недостаток крепления датчиков непосредственно к штатной шпале рельсошпальной решетки — деревянной или железобетонной — состоит в опасности разрушения датчиков контроля от колебаний шпал.



## 2. Платформы в виде дополнительной шпалы в межшпальном пространстве

Другой вариант применения дополнительной шпалы в качестве платформы связан с ее размещением в межшпальном пространстве. Типичная несущая платформа УКСПС в виде дополнительной деревянной шпалы, размещенной в межшпальном пространстве [1, 2], представлена на рис. 3, а схема установки датчиков контроля на дополнительной шпале [6] — на рис. 4.

В УКСПС [6] несущей платформой для установки датчиков контроля также служит дополнительная деревянная шпала, размещенная в межшпальном пространстве (рис 4).

Платформа 1 с датчиками контроля 2, которые соединены перемычками 3 и 4 между собой и концевыми выводами 5 с кабельными муфтами (не показаны), расположена между шпалами и прикреплена к рельсам 6 рельсовыми скреплениями 7.

Размещение дополнительной шпалы в межшпальном пространстве также не исключает опасности разрушения датчиков от колебаний рельсошпальной решетки. Другой недостаток платформы в виде дополнительной шпалы, размещенной в межшпальном пространстве, заключается в том, что стандартная ширина шпал, составляющая 27–30 см, оставляет слишком малый зазор с соседними шпалами, что затрудняет механизированную подбивку шпал.

### Выводы

1. Для устранения недостатков рассмотренных платформ требуется создание более эффективной конструкции несущей платформы. Новая платформа должна быть универсальной, т.е. обладать возможностью ее крепления как к шпалам прямоугольного сечения, так и к железобетонным шпалам, что расширит область применения платформы. Платформа должна подходить для различных типов датчиков контроля, что облегчит их замену и поддержание оборудования в рабочем состоянии.



Рис. 3. Общий вид несущей платформы УКСПС в виде дополнительной деревянной шпалы, размещенной в межшпальном пространстве [1, 2]

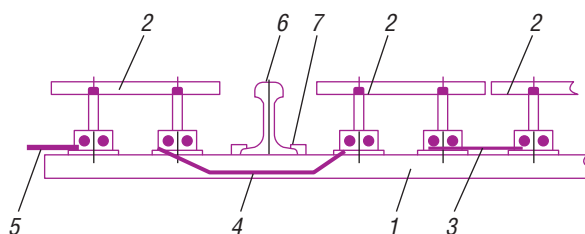


Рис. 4. Схема размещения датчиков контроля УКСПС на несущей платформе в виде деревянной шпалы в межшпальном пространстве [6]: 1 — платформа; 2 — датчики контроля; 3 — перемычки между датчиками; 4 — подрельсовые перемычки; 5 — концевые выводы; 6 — рельсы; 7 — рельсовые скрепления

Такая платформа должна обеспечивать возможность монтажа датчиков в заводских условиях, без необходимости устанавливать их непосредственно на рельсовом пути, что ускорит процесс монтажа и уменьшит затраты на трудоемкие работы.

2. Для снижения вибрации несущих платформ при прохождении составов необходимо применять новые технические решения [7–10], в том числе в виде пакетов амортизирующих прокладок между датчиками контроля и платформой или между платформой и шпалами. **ИТ**

### Список литературы

1. Устройство контроля схода подвижного железнодорожного состава (УКСПС). Технология обслуживания № ЦШЦ-37/19 : утв. МПС России 30 января 2003 г. М., 2003.
2. Инструкция по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки № 3168р : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 (в ред. распоряжения ОАО «РЖД» от 01.09.2016 № 1795р). URL: <https://cssrzd.ru/orders/3168.docx>.

### References

1. The device for monitoring the derailing of rolling stock (UKSPS). Service technology No. CSC-37/19 : approved. Ministry of Internal Affairs of Russia January 30, 2003, Moscow, 2003.
2. Instructions for maintenance and repair of alarm devices and systems, centralization and blocking No. 3168r : approved by the Order of JSC “Russian Railways” dated 12/30/2015 (as amended by the order of JSC “Russian Railways” dated 09/01/2016 No. 1795r). URL: <https://cssrzd.ru/orders/3168.docx>.



3. Распоряжение ОАО «РЖД» «Об утверждении Правил оборудования железнодорожных линий устройствами контроля схода железнодорожного подвижного состава» от 05.12.2018 № 2586/р. URL: [https://rulaws.ru/acts/Rasporyazhenie-OAO-RZHD-ot-05.12.2018-N-2586\\_r](https://rulaws.ru/acts/Rasporyazhenie-OAO-RZHD-ot-05.12.2018-N-2586_r).
  4. Красильников В. С. О тенденции развития напольных устройств контроля схода подвижного состава // Эпоха путей сообщения: традиции, современность, перспективы : материалы Международной научно-методической конференции. Самара : СамГУПС, 2021. С. 103–107.
  5. Технично-нормировочная карта № ТНК ЦШ 0504-2016. Контрольно-габаритные устройства (КГУ, УКСПС) : утв. ЦДИ ОАО «РЖД» 24.03.2016.
  6. Пат. 2279369 Российская Федерация, МПК В61L 23/26, В60К 28/14, G08B 21/00. Устройство контроля схода подвижного состава / Дементьев И. В., Ванцев С. С., Исайчев Н. Г. и др. ; заявитель и патентообладатель ОАО «РЖД». № 2004104956/11 ; заявл. 18.02.04 ; опубл. 10.07.06, Бюл. № 19. 4 с.: ил.
  7. Пат. 185444 Российская Федерация, МПК В 61 L 23/00, В 60 К 28/10. Устройство контроля схода колёсной пары с рельсов / Красильников В. С., Фоминых А. В.; заявитель и патентообладатель АО «ВНИИЖТ». № 2018121492 ; заявл. 13.06.18 ; опубл. 05.12.18, Бюл. № 34. 5 с.: ил.
  8. Пат. 2768095 Российская Федерация, МПК В60Т 7/12, В61Н, В61Н 13/00. Устройство остановки поезда при сходе колесной пары / Красильников В. С.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ «СамГУПС». № 2021132027 ; заявл. 01.11.21 ; опубл. 23.03.22, Бюл. № 9. 8 с. : ил.
  9. Красильников В. С. Узлы крепления платформы для устройств контроля схода подвижного состава // Автоматика, связь, информатика. 2022. № 6. С. 12–14. ISSN 0005-2329. DOI: 10.34649/AT.2022.6.6.003. EDN YFKQKV.
  10. Красильников В. С. Применение закладных брусьев для размещения несущих платформ устройств контроля схода подвижного состава // Инновационный транспорт. 2023. № 1. С. 89–92. ISSN 2311-164X. DOI: 10.20291/2311-164X-2023-1-78-81. EDN BQCPFN.
3. Order of JSC “Russian Railways” “On approval of the Rules for equipping railway lines with devices for monitoring the derailment of railway rolling stock” dated 05.12.2018 No. 2586/R. URL: [https://rulaws.ru/acts/Rasporyazhenie-OAO-RZHD-ot-05.12.2018-N-2586\\_r/](https://rulaws.ru/acts/Rasporyazhenie-OAO-RZHD-ot-05.12.2018-N-2586_r/)
  4. Krasilnikov V. S. On the trend in the development of floor-mounted devices for monitoring the descent of rolling stock // The Epoch of communication routes: traditions, modernity, prospects : materials of the International Scientific and Methodological Conference. Samara : SamGUPS, 2021. P. 103–107.
  5. Technical and rationing card No. TNK TSH 0504-2016. Control and dimensional devices (KGU, UKSPS) : approved. CDI of JSC “Russian Railways” 24.03.2016.
  6. Pat. 2279369 Russian Federation, IPC B61L 23/26, B60K 28/14, G08B 21/00. The device for monitoring the descent of rolling stock / Dementiev I. V., Vantsev S. S., Isaichev N. G., etc. ; applicant and patent holder of JSC “Russian Railways”. No. 2004104956/11 ; application No. 18.02.04 ; publ. 10.07.06, Bul. No. 19. 4 p.: ill.
  7. Pat. 185444 Russian Federation, IPC B 61 L 23/00, B 60 K 28/10. A device for monitoring the derailment of a wheelset / Krasilnikov V. S., Fomin A.V.; applicant and patent holder of JSC “VNIIZHT”. No. 2018121492 ; application 13.06.18 ; publ. 05.12.18, Bul. No. 34. 5 p.: ill.
  8. Pat. 2768095 Russian Federation, IPC B60T 7/12, B61H, B61H 13/00. The device for stopping the train when the wheelset descends / Krasilnikov V. S.; applicant and patent holder of FGBOU “SamGUPS”. No. 2021132027 ; application 01.11.21 ; publ. 23.03.22, Bul. No. 9. 8 p.: ill.
  9. Krasilnikov V. S. Attachment points of the platform for devices for monitoring the descent of rolling stock // Automation, communications, informatics. 2022. No. 6. P. 12–14. ISSN 0005-2329. DOI: 10.34649/AT.2022.6.6.003. EDN YFKQKV.
  10. Krasilnikov V. S. Application of embedded beams for placement of load-bearing platforms of rolling stock derailment control devices // Innovative Transport. 2023. No. 1. P. 89–92. ISSN 2311-164X. DOI: 10.20291/2311-164X-2023-1-78-81. EDN BQCPFN.



**Татьяна Анатольевна  
Несенюк**

**Tatiana A. Nesenjuk**



**Виктор Николаевич  
Соколов**

**Viktor N. Sokolov**



**Инна Николаевна  
Максимова**

**Inna N. Maksimova**



**Евгения Петровна  
Никитина**

**Evgenia P. Nikitina**

## Исследование радиочастотных характеристик RFID-индикаторов для линейных полимерных изоляторов различного уровня напряжений

### Investigation of radio frequency characteristics of RFID indicators for linear polymer insulators of various voltage levels

#### Аннотация

Статья описывает возможности применения цифрового метода неразрушающего контроля полимерных линейных изоляторов с применением RFID-технологий. Рассматривается возможность установки RFID-индикаторов не только на специально разработанные ранее изоляторы со встроенными электродами, но и на стандартные изоляторы, выпускаемые в настоящее время российскими производителями. Показано расположение RFID-индикаторов для установки на полимерные линейные изоляторы типа ЛК. Приведено сравнение диаграмм направленности RFID-индикаторов, установленных на полимерные изоляторы напряжением 110 и 35 кВ, проанализированы полученные результаты. Сделаны выводы о возможности применения RFID-индикации для изоляторов на различные уровни напряжения как для воздушных линий электропередачи, так и для изоляторов контактной сети.

**Ключевые слова:** воздушные линии электропередачи, линейные полимерные изоляторы, метод неразрушающего контроля, диаграмма направленности, RFID-индикация изоляторов.

#### Abstract

The article describes the possibilities of using the digital method of non-destructive testing of polymer linear insulators using RFID technologies. The possibility of installing RFID indicators is being considered not only on specially designed insulators with built-in electrodes, but also on standard insulators currently produced by Russian manufacturers. The location of RFID indicators for installation on polymer linear insulators of the LC type is shown. A comparison of the radiation patterns of RFID indicators installed on polymer insulators with the voltage of 110 and 35 kV is provided, the results obtained are analyzed. Conclusions are drawn about the possibility of using RFID-indication for insulators at different voltage levels for both overhead power lines and contact network insulators.

**Keywords:** overhead power lines, linear polymer insulators, non-destructive testing method, radiation pattern, RFID indication of insulators.

#### Авторы Authors

**Татьяна Анатольевна Несенюк**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрические машины» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | **Виктор Николаевич Соколов**, канд. хим. наук, доцент кафедры «Естественнонаучные дисциплины» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | **Инна Николаевна Максимова**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрические машины» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | **Евгения Петровна Никитина**, ст. преподаватель кафедры «Электрические машины» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург

**Tatiana A. Nesenjuk**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of "Electrical Machines" Department of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg | **Viktor N. Sokolov**, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of "Natural Sciences" Department of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg | **Inna N. Maksimova**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of "Electrical Machines" Department of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg | **Evgenia P. Nikitina**, Senior Lecturer of "Electrical Machines" Department of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg

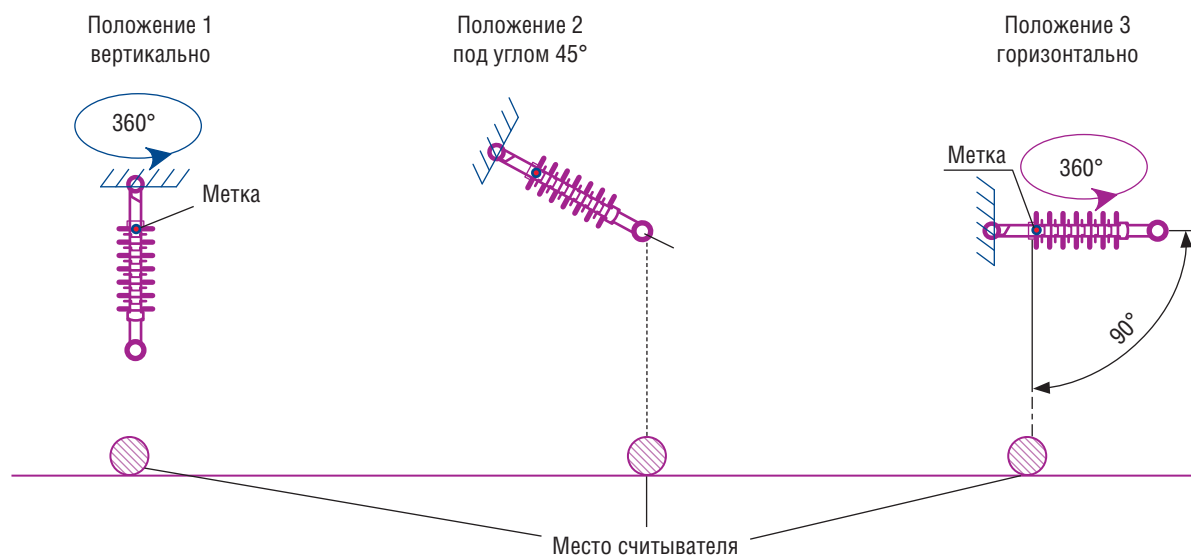


Рис. 1. Положение изолятора в пространстве

Одним из наиболее повреждаемых устройств системы электроснабжения на железнодорожном транспорте являются изоляторы. Количество отказов по вине изоляторов составляет около 20 % от всех отказов технических средств. Существует ряд способов и методов контроля изоляторов [1–4]. В настоящее время контроль состояния изоляторов на железной дороге проводят бесконтактным методом при обходе вдоль трассы или используют небезопасный контактный метод, измеряя сопротивление изоляции измерительной штангой вблизи частей, находящихся под напряжением.

Среди всех линейных изоляторов широкое применение получили полимерные изоляторы благодаря ряду преимуществ по отношению к подвесным, фарфоровым и стеклянным, которые собираются в гирлянды для эксплуатации. Полимерный изолятор имеет меньший вес, более низкий уровень радиопомех, относительно низкую стоимость, обладая при этом высокой электрической прочностью. Полимерные изоляторы легко монтируются на действующих опорных конструкциях воздушной линии электропередачи (ВЛ), включая линии контактной сети. Линейные полимерные изоляторы широко применяются в открытых распределительных устройствах тяговых и трансформаторных подстанций.

Метод бесконтактного RFID-контроля разработан Т. А. Несенюк и описан в ряде публикаций [5–8]. Преимущества метода — минимизация времени на поиск пробитого изолятора, сокращение аварийных ситуаций в системе электроснабжения, снижение рисков отказов оборудования за счет выявления предотказного состояния, возможность идентификации изделия с сохранением паспортных данных в компьютерной базе данных. Данный метод можно применять и для стандартных полимерных изоляторов.

Целью данной работы является определение возможности применения RFID-индикаторов не только для специально разработанных линейных полимерных изоляторов со встроенным электродом ЛКи 70/110, но и для контроля поверхностного тока пробоя и перекрытия линейных изоляторов указанного типа на уровне напряжения 35 кВ и 110 кВ. Проверка осуществлялась опытным путем на испытательных площадках согласно разработанной методике, описанной в [7, 8]. На изоляторы закреплялись RFID-индикаторы, работающие на частоте 860–960 МГц, интегральная схема UCode8, TID 96 бит, EPC-128 бит. Пароль на доступ к памяти (Access password) 32 бит, интегральная схема (IC): NXP UCode 8 (EPC Class1Gen2), совместимая рабочая температура: от –60 до +85 °С.

Для определения дистанции приема-передачи сигнала между считывателем и меткой, установленной на линейном полимерном изоляторе со встроенным индикатором, использовался прототип мобильного считывающего устройства с радиомодулем 865–868 МГц, чувствительность приемника 85 дБм, напряжение питания 5 В, потребляемый ток во время считывания метки не более 4 А, питание от аккумуляторной батареи Li-Ion и антенной Korkes с рабочим диапазоном 790–960 МГц, усиление 9 дБм.

Для обеспечения релевантности испытания было обеспечено выполнение следующих условий:

1. Обеспечение единых условий испытаний для образцов изоляторов.
2. Отсутствие на испытательной площадке предметов, вызывающих отражение и преломление радиосигнала.
3. Единый вариант крепления RFID-метки на линейные полимерные изоляторы между ребрами.

Схема расположения изолятора в пространстве при проведении эксперимента показана на рис. 1.

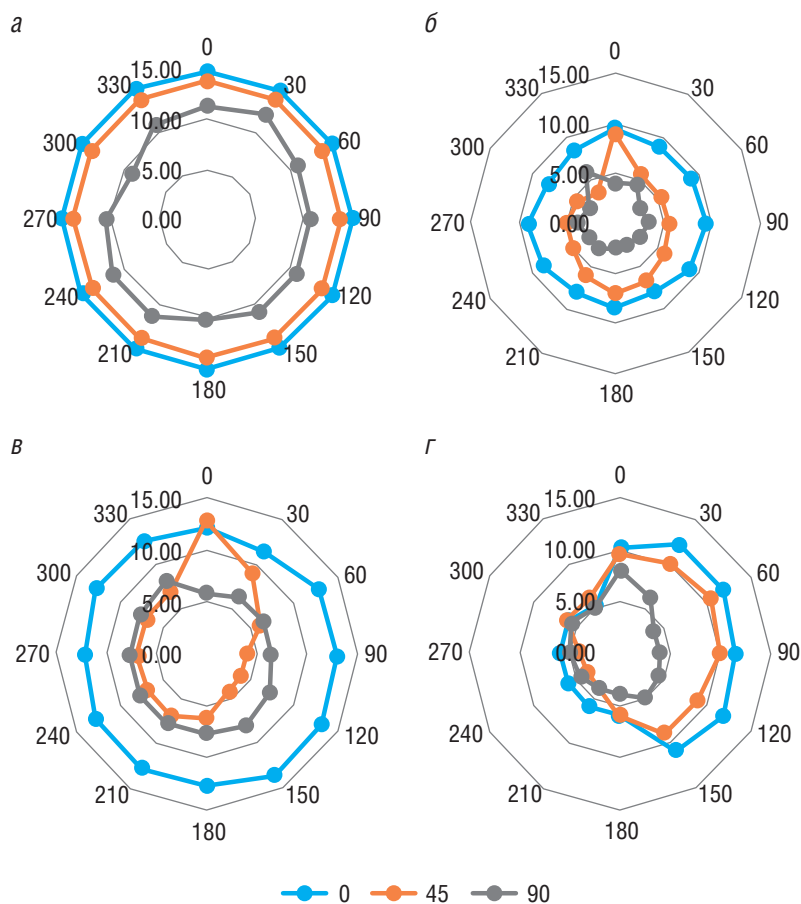


Рис. 2. Диаграммы направленности считывания RFID-индикаторов:  
 а — лабораторные испытания ЛК 70/110; б — полевые испытания ЛК 70/110;  
 в — лабораторные испытания ЛК 70/35; г — полевые испытания ЛК 70/35

Результаты испытаний работы RFID-метки, установленной на полимерные изоляторы ЛКи-70/110 и ЛК 70/35, приведены в виде диаграмм направленности (рис. 2). На рис. 2 синий цвет соответствует диаграмме направленности изоляторов ЛК-70/35, а оранжевый — диаграмме изоляторов ЛКи-70/110. Испытания проводились в лабораторных и полевых условиях на открытой площадке.

На линиях электропередачи изоляторы расположены в основном вертикально, поэтому положение 1 (вертикальное) (рис. 1) можно считать наиболее актуальным для анализа области действия пассивного RFID-индикатора. Анализ полученных опытных результатов показывает следующее: в лабораторных условиях диаграмма направленности симметрична, в полевых имеет отклонение со сдвигом вправо. При заданных параметрах источника излучения (прототип мобильного устройства) максимальное расстояние действия пассивного индикатора составило для изолятора ЛК 70/110 в лабораторных условиях 15 м, в полевых условиях 9,5 м; для изолятора ЛК 70/35 в лабораторных условиях 13,6 м, в полевых условиях 14,0 м (табл. 1).

Таблица 1

## Результаты испытаний изоляторов

Угол поворота изолятора, град.	Дистанция считывания											
	Изолятор ЛК 70/110						Изолятор ЛК 70/35					
	Лабораторные испытания			Полевые испытания			Лабораторные испытания			Полевые испытания		
	Угол положения в пространстве, °						Угол положения в пространстве, °					
	0	45	90	0	45	90	0	45	90	0	45	90
0	14,60	14,00	11,30	9,50	9,00	4,00	12,30	12,80	5,80	10,00	9,50	8,00
30	15,00	14,00	12,20	9,00	5,50	4,50	11,50	9,00	6,30	12,00	10,00	6,00
60	15,00	14,00	10,80	9,20	5,50	3,00	12,80	6,20	6,40	12,00	10,50	4,00
90	15,00	14,00	10,80	9,50	5,50	3,50	13,00	4,00	6,40	11,50	10,00	4,00
120	15,00	14,00	10,80	9,00	6,00	3,00	13,20	4,00	7,30	14,00	9,00	4,50
150	15,00	14,00	10,80	8,00	6,50	2,50	13,60	4,20	7,90	11,00	9,00	5,00
180	15,00	14,00	10,10	8,50	7,00	2,50	12,80	6,10	7,70	6,00	6,00	4,00

Угол поворота изолятора, град.	Дистанция считывания											
	Изолятор ЛК 70/110						Изолятор ЛК 70/35					
	Лабораторные испытания			Полевые испытания			Лабораторные испытания			Полевые испытания		
	Угол положения в пространстве, °						Угол положения в пространстве, °					
	0	45	90	0	45	90	0	45	90	0	45	90
210	15,00	14,00	11,30	8,00	6,00	3,00	12,80	7,10	7,70	6,00	4,00	4,00
240	15,00	14,00	11,30	8,50	5,00	3,00	12,80	7,10	7,70	6,00	3,80	4,50
270	15,00	14,00	10,50	9,00	5,00	4,00	12,20	7,10	7,70	6,00	4,00	5,00
300	15,00	14,00	9,00	8,00	4,50	3,00	12,80	7,10	7,70	6,00	6,00	5,50
330	15,00	14,00	10,80	8,50	3,50	6,00	12,60	7,10	8,30	5,00	6,00	5,00
Среднее значение	14,97	14,00	10,81	8,73	5,75	3,50	12,70	6,82	7,24	8,79	7,32	4,96

Из анализа диаграммы направленности можно заметить, что наблюдается снижение дальности регистрации в полевых испытаниях. Это можно объяснить влиянием внешних факторов на радиочастотные характеристики приема и передачи сигналов. В табл. 2 приве-

дено сравнение дистанций считывания между образцами ЛК 70/110 и ЛК 70/35 под разными углами при повороте образца в пространственном положении, а также приводится среднее математическое отклонение в каждом из положений.

Таблица 2

**Идентичность диаграмм направленности при различном пространственном положении изоляторов**

Угол поворота изолятора, °	Сравнение дистанций считывания, м											
	Лабораторные и полевые испытания ЛК 70/110			Лабораторные и полевые испытания ЛК70/35			Лабораторные испытания ЛК70/110 и ЛК70/35			Полевые испытания ЛК70/110 и ЛК70/35		
	Угол положения в пространстве, °			Угол положения в пространстве, °			Угол положения в пространстве, °			Угол положения в пространстве, °		
	0	45	90	0	45	90	0	45	90	0	45	90
0	5,10	5,00	7,30	2,30	3,30	2,20	2,30	1,20	5,50	0,50	0,50	4,00
30	6,00	8,50	7,70	-0,50	1,00	0,30	3,50	5,00	5,90	3,00	4,50	1,50
60	5,80	8,50	7,80	0,80	4,30	2,40	2,20	7,80	4,40	2,80	5,00	1,00
90	5,50	8,50	7,30	1,50	6,00	2,40	2,00	10,00	4,40	2,00	4,50	0,50
120	6,00	8,00	7,80	-0,80	5,00	2,80	1,80	10,00	3,50	5,00	3,00	1,50
150	7,00	7,50	8,30	2,60	4,80	2,90	1,40	9,80	2,90	3,00	2,50	2,50
180	6,50	7,00	7,60	6,80	0,10	3,70	2,20	7,90	2,40	2,50	1,00	1,50
210	7,00	8,00	8,30	6,80	3,10	3,70	2,20	6,90	3,60	2,00	2,00	1,00
240	6,50	9,00	8,30	6,80	3,30	3,20	2,20	6,90	3,60	2,50	1,20	1,50
270	6,00	9,00	6,50	6,20	3,10	2,70	2,80	6,90	2,80	3,00	1,00	1,00
300	7,00	9,50	6,00	6,80	1,10	2,20	2,20	6,90	1,30	2,00	1,50	2,50
330	6,50	10,50	4,80	7,60	1,10	3,30	2,40	6,90	2,50	3,50	2,50	1,00
среднее значение	6,24	8,25	7,31	3,91	-0,5	2,28	2,27	7,18	3,57	0,07	1,57	1,46



## Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

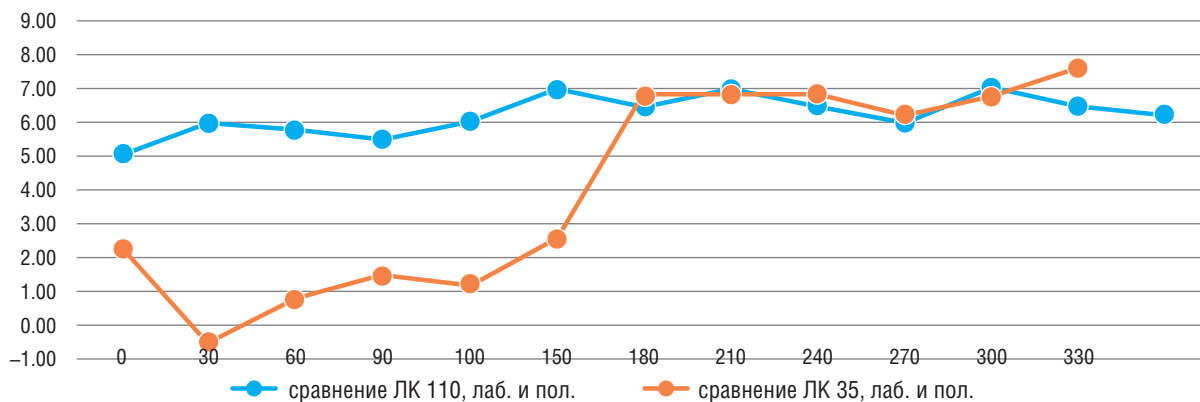


Рис. 3. Математическое отклонение дистанций считывания изоляторов с RFID-индикатором в лабораторных и полевых условиях

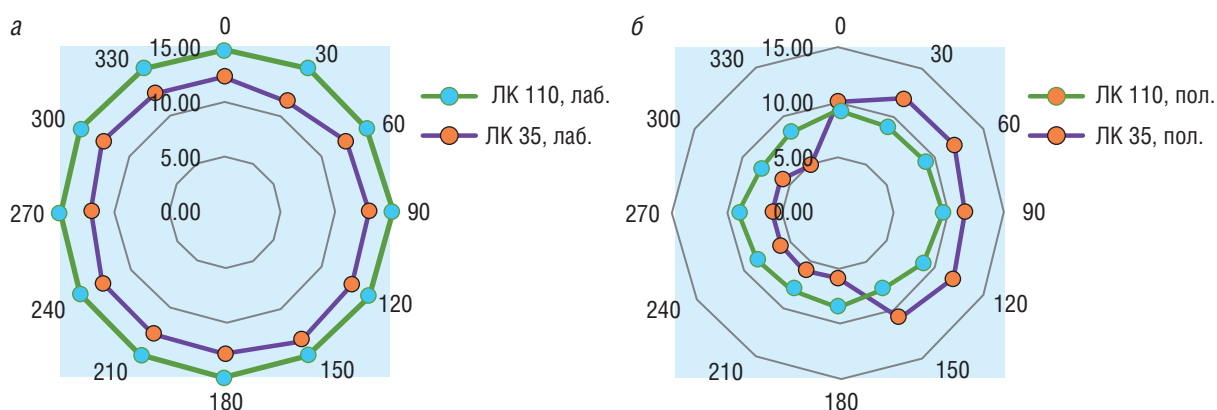


Рис. 4. Сравнение диаграмм направленности ЛК 70/110 и ЛК 70/35 при вертикальном положении с прикрепленным RFID-индикатором: а — лабораторные испытания, б — полевые испытания

Диаграммы направленности двух изоляторов на напряжением 110 и 35 кВ (рис. 3, 4) показали, что средняя дальность считывания RFID-индикаторов в полевых условиях для стандартных изоляторов на напряжение 110 кВ в вертикальном положении составила 8,73 м, для изоляторов напряжением 35 кВ — 8,79 м. Регистрация индикаторов проводилась разработанным прототипом мобильного считывающего устройства.

Таким образом, в результате исследований была определена возможность применения разрабо-

танных RFID-индикаторов для стандартных линейных полимерных изоляторов типа ЛК различного уровня напряжения, где отклонение средней дальности считывания не превысило 0,77 %. RFID-индикаторы могут определять предотказное состояние изоляторов по величине проходящего тока, выявлять перекрытия полимерных линейных изоляторов воздушной линии электропередачи напряжением 35, 110 и 220 кВ, а также изоляторов контактной сети постоянного и переменного тока. **ИТ**

### Список литературы

1. Голенищев-Кутузов А. В., Голенищев-Кутузов В. А., Черномашенцев А. Ю., Маковеев А. А. Контроль высоковольтных полимерных изоляторов по измерениям частичных разрядов // Электричество. 2008. № 12. С. 11–16. ISSN 0013-5380.
2. Черномашенцев А. Ю. Разработка системы оперативного контроля высоковольтных полимерных изоляторов по характеристикам частичных разрядов : авто-

### References

1. Golenishchev-Kutuzov A. V., Golenishchev-Kutuzov V. A., Chernomashentsev A. Yu., Makoveev A. A. Control of high-voltage polymer insulators by measurements of partial discharges // Electricity. 2008. No. 12. P. 11–16. ISSN 0013-5380.
2. Chernomashentsev A. Yu. Development of a system for operational control of high-voltage polymer insulators according to the characteristics of partial series: abstract

реф. ... канд. техн. наук. Казань: Казанский государственный университет, 2011. 16 с.

3. Козлов А. Н., Фролов А. А. Методы диагностики полимерных изоляторов на воздушных линиях // Энергетика: управление, качество и эффективность использования энергоресурсов : сборник трудов IX Международной научно-технической конференции. 2019. С. 160–162.
4. Гатауллин А. М., Матухин В. П., Низамов И. И. Метод неразрушающего контроля полимерных композитных изоляторов напряжением 35 кВ // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 2015. № 2 (219). С. 119–125. ISSN 1994-2354.
5. Пат. RU 176171 U1, МПК H01B 17/00, H01B 17/46, H01B 17/42. Полимерный изолятор с встроенным сигнальным устройством / Несенюк Т. А. № 2017122853 ; заявл. 27.06.17; опубл. 11.01.18. URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU176171U1\\_20180111](https://yandex.ru/patents/doc/RU176171U1_20180111).
6. Несенюк Т. А., Соколов В. Н., Гончарь П. С. Опытные промышленные испытания системы RFID-контроля изоляторов // Транспорт Урала. 2022. № 2 (73). С. 103–110. ISSN 1815-9400.
7. Несенюк Т. А. Бесконтактный RFID-контроль изоляторов // Транспорт Урала. 2014. № 1 (40). С. 65–70. ISSN 1815-9400.
8. Несенюк Т. А., Соколов В. Н. Исследование влияния климатических факторов на штыревые изоляторы с RFID-индикаторами // Известия Транссиба. 2021. № 2 (46). С. 31–40. ISSN 2220-4245.

... Candidate of Technical Sciences. Kazan: Kazan State University, 2011. 16 p.

3. Kozlov A. N., Frolov A. A. Methods of diagnostics of polymer insulators on overhead lines // Energy: Management, quality and efficiency of energy resources use : Proceedings of the IX International Scientific and Technical Conference. 2019. P. 160-162.
4. Gataullin A. M., Matukhin V. P., Nizamov I. I. Method of non-destructive testing of polymer composite insulators with a voltage of 35 kV // Scientific and Technical Bulletin of St. Petersburg State Polytechnic University. 2015. No. 2 (219). P. 119–125. ISSN 1994-2354.
5. Pat. RU 176171 U1, IPC H01B 17/00, H01B 17/46, H01B 17/42. Polymer insulator with built-in signaling device / Nesenyuk T. A. No. 2017122853 ; application 27.06.17; publ. 11.01.18. URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU176171U1\\_20180111](https://yandex.ru/patents/doc/RU176171U1_20180111)
6. Nesenyuk T. A., Sokolov V. N., Gonchar P. S. Experimental and industrial tests of the RFID control system of insulators // Transport of the Urals. 2022. No. 2 (73). P. 103–110. ISSN 1815-9400.
7. Nesenyuk T. A. Contactless RFID control of insulators // Transport of the Urals. 2014. No. 1 (40). P. 65–70. ISSN 1815-9400.
8. Nesenyuk T. A., Sokolov V. N. Investigation of the influence of climatic factors on pin insulators with RFID indicators // Izvestiya Transsib. 2021. No. 2 (46). P. 31–40. ISSN 2220-4245.



Евгений Михайлович  
Елькин  
Evgeniy M. Elkin



Николай Олегович  
Фролов  
Nikolay O. Frolov

## О способах определения износа коммутационных аппаратов электроподвижного состава

### On the methods of determining the wear of electric rolling stock switching devices

#### Аннотация

В статье приведен анализ статистики отказов электровозов 2ЭС6. Определены факторы, влияющие на износ коммутационной аппаратуры электроподвижного состава. Рассмотрены способы прогнозирования износа коммутационной аппаратуры на основе модели изменения переходного контактного сопротивления в течение эксплуатации.

**Ключевые слова:** электроподвижной состав, тяговое электрооборудование, коммутационные аппараты, износ контакт-деталей.

#### Abstract

The article provides the statistics analysis of electric locomotives 2ES6 failures. The factors influencing the wear of the switching equipment of the electric rolling stock are determined. Methods of forecasting the wear of switching equipment based on the model of changes in the transient contact resistance during operation are considered.

**Keywords:** electric rolling stock, traction electrical equipment, switching devices, wear of contact parts.

#### Авторы Authors

Евгений Михайлович Елькин, аспирант кафедры «Электрическая тяга» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | Николай Олегович Фролов, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрическая тяга» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург

Evgeniy M. Elkin, postgraduate student, Electric Traction Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg | Nikolay O. Frolov, PhD in Engineering, Associate Professor, Electric Traction Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg

Согласно стратегии научно-технологического развития холдинга «РЖД» на период до 2025 года и на перспективу до 2030 года (Белая книга) [1], одним из основных направлений инновационного развития холдинга является разработка и внедрение средств и технологий контроля состояния подвижного состава.

Задачей технологии бортовой диагностики является контроль состояния подвижного состава в пути следования, обеспечивающий выявление, а также предиктивную диагностику предотказного состояния оборудования на основании диагностических данных.

В настоящее время на полигоне Свердловской железной дороги в эксплуатации находятся электровагоны ВЛ10, ВЛ11, 2ЭС6 с коллекторным приводом и 2ЭС10 с асинхронным. Статистика отказов оборудования наиболее массового современного электровагона 2ЭС6 Свердловской железной дороги за период 2019–2022 гг. показала, что наибольшее количество отказов приходится на тяговые электродвигатели, электроаппаратуру и преобразователи собственных нужд (ПСН) [2]. Распределение отказов оборудования приведено на рис. 1. При этом непосредственно на контактные аппараты (быстродействующий выключатель ВАБ-55, электропневматические контакторы серии ПК, быстродействующий контактор БК-78, электромагнитные контакторы серии КМ, СТ-1130, АМ-3,0, дифференциальное реле, низковольтные аппараты) в 2022 г. пришлось более 41 % от всей суммы отказов электрооборудования.

В данной работе рассматривается проблема определения износа коммутационной аппаратуры как обо-

рудования, входящего в тройку «лидеров» по количеству отказов.

Распространенность отказов электрооборудования объясняется тем, что подавляющую часть парка составляют электровагоны с реостатно-контакторным пуском тяговых электродвигателей и регулированием напряжения на зажимах ТЭД перегруппировкой последних. Данные электровагоны характеризуются сложной силовой схемой и схемой цепей управления, а также общим избытком коммутационных аппаратов различного назначения.

С учетом вышесказанного и принимая во внимание тенденцию перехода от планово-предупредительной системы ремонта к ремонту по фактическому состоянию [1], можно сделать вывод об актуальности разработки способов определения износа коммутационных аппаратов подвижного состава.

Сегодня все выпускаемые локомотивы оборудованы микропроцессорной системой управления (МСУ). Применение этих устройств позволило выполнять диагностирование систем подвижного состава посредством датчиков и алгоритмов работы МСУ. В частности, МСУ, применяемая на электровагоне 2ЭС6, позволяет выполнять диагностику невключения или неотключения коммутационных аппаратов, а также обрыв нагрузки (катушки контактора). Под невключением понимается заедание механической части контактора либо его разрушение. В свою очередь, неотключение коммутационного аппарата свидетельствует о сваривании его контакт-деталей вследствие рекристаллизации контактных элементов при протекании токов критической величины, при этом силы размыкания, соз-

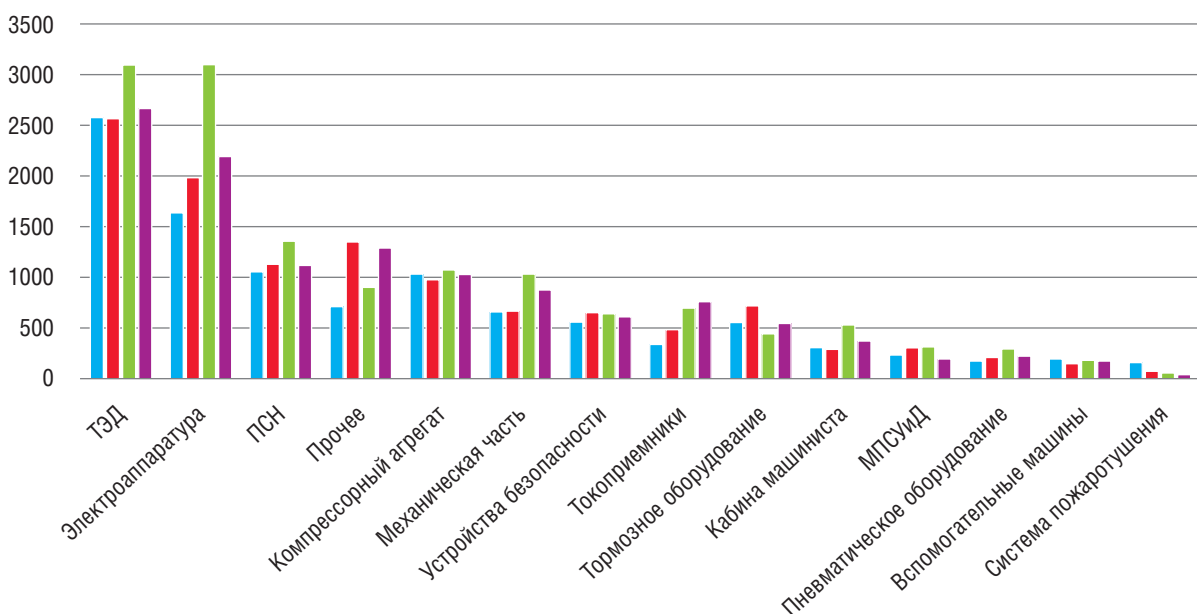


Рис. 1. Статистика отказов всего парка 2ЭС6 за 2019–2022 гг.:

■ — 2019; ■ — 2020; ■ — 2021; ■ — 2022

даваемой контактором при отключении, недостаточно для разрыва приварившихся контактов [3]. Однако стоит отметить, что данная диагностика является моментальной, т.е. выполняется по факту отказа. Определение износа контактных элементов коммутационных аппаратов не выполняется.

Под износом понимается протекающее во времени изменение формы, размеров и веса контактных элементов под воздействием электрических, химических и механических факторов. Электрические факторы износа — это электрическая эрозия, возникающая вследствие искровых и дуговых разрядов, вызванных нагревом контактных элементов при размыкании под нагрузкой. Механические факторы обусловлены величиной контактного нажатия, силой соударения контактов при замыкании и притиранием. Химический износ характеризуется образованием на поверхности контактов оксидной пленки. Считается, что механический износ значительно меньше электрического и химического [4].

Износ коммутационного аппарата может быть выявлен на основании наблюдения за изменением во времени некоторого лимитирующего параметра устройства. За лимитирующий параметр можно принять раствор и провал контактов, величину контактного нажатия, состояние контактной поверхности и переходное контактное сопротивление. Первые четыре параметра возможно оценить для силовых контакторов и только в условиях проведения технического обслуживания, для аппаратов цепей управления оценка невозможна ввиду отсутствия возможности их обслуживания. Последний параметр — переходное контактное сопротивление — может быть оценен для любого коммутационного аппарата, при этом измерение может вестись непрерывно.

На основании значения переходного сопротивления  $Rk$  может быть составлена модель износа контактных элементов. В частности, С. А. Лицкевичем и Б. Н. Лобовым описана вероятностная модель износа многоамперных электроконтактов портовой электросети, основывающаяся на изменении во времени переходного сопротивления  $Rk$ , значение которого в процессе эксплуатации достигает значения  $Rk_{max}$  за случайный промежуток времени, являющийся временем наработки на отказ [5].

Модель учитывает влияние на  $Rk$  дестабилизирующих факторов двух видов: внешних и внутренних. При этом допускается, что в соответствии с центральной предельной теоремой Ляпунова распределение проводимости для всего контактного пятна приближено к нормальному. Приводятся выражения, описывающие вероятность безотказной работы контакта по условию максимальной величины переходного сопротивления при влиянии дестабилизирующих факторов (1).

$$P(t) = 0,5 + F \left[ \frac{Rk_{max} - Rko - \gamma_{Rksr} \cdot t}{\sqrt{\sigma_{Rko}^2 + \sigma_{\gamma_{Rk}}^2 \cdot t^2}} \right], \quad (1)$$

где  $F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x \exp\left[-\frac{x^2}{2}\right] dx$  — нормированная функция

Лапласа;  $Rk_{max}$  — предельная величина переходного сопротивления, мкОм;  $Rko$  — математическое ожидание начального значения переходного сопротивления, мкОм;  $\gamma_{Rksr}$  — математическое ожидание средней скорости изменения переходного сопротивления, мкОм/ч;  $\sigma_{Rko}^2$  — дисперсия математического ожидания начального значения переходного сопротивления, мкОм<sup>2</sup>;  $\sigma_{\gamma_{Rk}}^2$  — дисперсия математического ожидания средней скорости изменения переходного сопротивления, (мкОм/ч)<sup>2</sup>;  $t$  — время, ч.

Для условий, при которых полученные экспериментальные данные о состоянии наблюдаемого объекта (в нашем случае переходного сопротивления) имеют ограниченное количество наблюдений и низкий уровень воспроизводимости, применение вероятностных моделей не представляется возможным ввиду отсутствия статистической устойчивости. В таких случаях применяют модели на основе методов нечеткой математики, учитывающие специфические особенности полученных данных.

Учеными С. А. Лицкевичем и А. П. Лицкевичем [6] разработана компьютерно-аналитическая модель износа электрических аппаратов на основе модели  $LR$ -нечетких чисел  $\alpha, \beta, \gamma, \zeta$ . В работе учитывается влияние на переходное сопротивление  $Zk$  времени  $T$ , силы тока  $I$ , силы контактного нажатия  $F$  и температуры в зоне контакта  $\theta$  как функции  $Z_k(I, \theta, F, T)$ .

Модель подразумевает получение значений  $I, \theta, F$ , их нормирование относительно базового значения

$$\left( \frac{I}{I_{баз}}, \frac{\theta}{\theta_{баз}}, \frac{F}{F_{баз}}, \frac{T}{T_{баз}}, \frac{Z_k}{Z_{kбаз}} \right).$$

Нормированные значения логарифмируются, составляются линейные уравнения относительно переменных  $\alpha, \beta, \gamma, \zeta$  (2).

$$\log_h(Z_{ki}) = \alpha \log_h \left( \frac{I}{I_{баз}} \right) + \beta \log_h \left( \frac{\theta}{\theta_{баз}} \right) + \gamma \log_h \left( \frac{F}{F_{баз}} \right) + \log_h(Z_{kбаз}) + \zeta \log_h \left( \frac{T}{T_{баз}} \right), \quad (2)$$

где  $h$  — основание логарифма,  $h = 1,45$ .

Система линейных уравнений решается методом наименьших квадратов, что позволяет определить скорость износа  $\sqrt{Z_k(I, \theta, F, T)}$  и износ  $Z_k(I, \theta, F, T)$  контактных элементов.



## Выводы

В ходе анализа статистики отказов электровозов 2ЭС6 определено, что электроаппаратура является наиболее часто отказывающим узлом, при этом на коммутационную аппаратуру приходится более 41 % отказов электрооборудования.

В качестве лимитирующего параметра для определения износа коммутационной аппаратуры подвиж-

ного состава наиболее рационально использовать переходное контактное сопротивление, так как оно легко измеряется и зависит от физических процессов, протекающих в электрических цепях подвижного состава с течением времени.

Рассмотрены способы прогнозирования износа электрических контактов, основывающиеся на модели изменения переходного сопротивления в течение эксплуатации. Опреде-

лено, что основными способами прогнозирования износа являются методы статистического анализа и методы нечеткой математики.

В дальнейшем требуется конкретизировать перечень факторов, влияющих на переходное контактное сопротивление коммутационной аппаратуры подвижного состава, выбрать метод прогнозирования состояния контактов и сформировать математическую модель их износа. **ИТ**

## Список литературы

1. Стратегия научно-технологического развития холдинга «РЖД» на период до 2025 года и на перспективу до 2030 года (Белая книга). URL: [http://cipi.samgtu.ru/sites/cipi.samgtu.ru/files/belaya\\_kniga.p](http://cipi.samgtu.ru/sites/cipi.samgtu.ru/files/belaya_kniga.p) (дата обращения: 02.04.2023).
2. Анализ надежности электровозов 2ЭС6 за 12 месяцев 2022 года / Проектно-конструкторское бюро локомотивного хозяйства, филиал ОАО «РЖД».
3. Основы теории электрических аппаратов для электромеханических систем горных предприятий. URL: <https://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/64659> (дата обращения: 02.04.2023).
4. Электрические контакты : учебно-методическое пособие по дисциплине «Тяговые и трансформаторные подстанции» / сост. А. А. Комаров, В. Н. Яковлев. Самара : СамИИТ, 2001. 51 с.
5. Лицкевич С. А., Лобов Б. Н. Вероятностная модель постепенных отказов электроконтактов морских причальных питающих колонок при действии дестабилизирующих факторов // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. 2016. № 1. С. 42–47. ISSN 0136-3360.
6. Лицкевич С. А., Лицкевич А. П. Многофакторная модель прогнозирования износа электрических аппаратов, работающих в условиях морских портов // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. 2017. Т. 60, № 6. С. 15–20. ISSN 0136-3360.

## References

1. The strategy of scientific and technological development of the Russian Railways Holding for the period up to 2025 and for the future up to 2030 (White Book). URL: [http://cipi.samgtu.ru/sites/cipi.samgtu.ru/files/belaya\\_kniga.p](http://cipi.samgtu.ru/sites/cipi.samgtu.ru/files/belaya_kniga.p) (accessed: 02.04.2023).
2. Reliability analysis of 2ES6 electric locomotives for 12 months of 2022 / Locomotive Engineering Bureau, branch of JSC “Russian Railways”.
3. Fundamentals of the theory of electrical devices for electromechanical systems of mining enterprises. URL: <https://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/64659> (accessed: 02.04.2023).
4. Electrical contacts : an educational and methodological manual on the discipline “Traction and transformer substations” / comp. A. A. Komarov, V. N. Yakovlev. Samara : SamIIT, 2001. 51 p.
5. Litskevich S. A., Lobov B. N. Probabilistic model of gradual failures of electrical contacts of marine mooring feeding columns under the action of destabilizing factors // Bulletin of Higher Educational Institutions. Electromechanics. 2016. No. 1. P. 42–47. ISSN 0136-3360.
6. Litskevich S. A., Litskevich A. P. A multifactorial model of forecasting the wear of electrical devices operating in seaports // Bulletin of Higher Educational Institutions. Electromechanics. 2017. Vol. 60, No. 6. P. 15–20. ISSN 0136-3360.



**Александр  
Петрович  
Буйносов**  
Alexander P.  
Buynosov



**Александр  
Тахирович  
Шарапов**  
Alexander T.  
Sharapov



**Егор  
Андреевич  
Долгих**  
Yegor A.  
Dolgikh

## Влияние геометрических параметров на качество зацепления тяговой зубчатой передачи грузового электровоза 2ЭС6

### The influence of geometric parameters on the quality of coupling of a toothed traction gear of the 2ES6 freight electric locomotive

#### Аннотация

В статье представлено сравнение показателей качества зацепления тяговой зубчатой передачи электровоза 2ЭС6 при изменении угла наклона зубьев на делительном цилиндре. Даны рекомендации по возможному увеличению угла наклона зубьев с целью повышения нагрузочной способности передачи. Оценено влияние коэффициентов смещения на качество зацепления. Построены модели зубчатых колес грузового электровоза 2ЭС6. Показано сравнение формы зубьев для исходной и оптимизированной передач.

**Ключевые слова:** электровоз, тяговая зубчатая передача, качество зацепления, угол наклона, коэффициенты смещения.

#### Abstract

The article presents comparison of the quality of coupling the 2ES6 electric locomotive toothed traction gear when the tilt angle of the teeth on the dividing cylinder changes. Recommendations are given on the possible increase in the tilt angle of the teeth in order to increase the load capacity of the transmission. The influence of displacement coefficients on the quality of coupling is estimated. Models of gears of the 2ES6 freight electric locomotive were created. The comparison of the shape of the teeth for the original and optimized gears is shown.

**Keywords:** electric locomotive, toothed traction gear, coupling quality, tilt angle, displacement coefficients.

#### Авторы Authors

**Александр Петрович Буйносов**, д-р техн. наук, профессор кафедры «Электрическая тяга» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: [ABuynosov@usurt.ru](mailto:ABuynosov@usurt.ru) | **Александр Тахирович Шарапов**, ассистент кафедры «Электрическая тяга» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: [ASharapov@usurt.ru](mailto:ASharapov@usurt.ru) | **Егор Андреевич Долгих**, студент группы ПСт-310 электромеханического факультета Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: [eadolgikh66@gmail.com](mailto:eadolgikh66@gmail.com)

**Alexander P. Buynosov**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Electric Traction of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg; e-mail: [ABuynosov@usurt.ru](mailto:ABuynosov@usurt.ru) | **Alexander T. Sharapov**, Assistant of "Electric Traction" Department of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg; e-mail: [ASharapov@usurt.ru](mailto:ASharapov@usurt.ru) | **Yegor A. Dolgikh**, student of PSt-310 group of Electromechanics Faculty of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg; e-mail: [eadolgikh66@gmail.com](mailto:eadolgikh66@gmail.com)

На электровозе 2ЭС6 момент вращения от вала тягового электродвигателя к колесной паре передается с помощью редуктора. Как известно, косозубая передача состоит из двух одноступенчатых редукторов, расположенных с обеих сторон двигателя. Каждый из редукторов размещен между остовом двигателя и ведущим колесом электровоза. Шестерни (МЗК) насажены на конические хвостовики вала. Большие зубчатые колеса (БЗК) размещены на оси колесной пары между ведущими колесами локомотива. Зубчатые колеса каждого редуктора имеют противоположное направление зубьев с углом наклона 23–25°.

Согласно ГОСТ 30803–2014 «Колеса зубчатые тяговых передач тягового подвижного состава» [1], допускаются отклонения от исходного контура, установленного в ГОСТ 13755–2015 [2] для косозубых колес путем изменения угла наклона линии зуба.

Тяговую зубчатую передачу, состоящую из зубчатых колес, имеющих косые зубья противоположного направления, следует понимать и рассматривать как шевронную передачу с шириной дорожки, равной расстоянию между венцами. Каждые МЗК или БЗК, взятые отдельно, представляют собой полушеvron шевронного зубчатого колеса.

Известно, что угол наклона зубьев для шевронных колес находится в пределах 20–45°. Возникает вопрос: почему при имеющейся возможности увеличения угла наклона зубьев ее не используют? Исходя из этого поставлена цель: сравнить показатели качества зацепления для тяговой зубчатой передачи электровоза 2ЭС6, варьируя угол наклона зубьев на делительном цилиндре.

Во внимание не берутся возникающие в передаче осевые силы, так как известно, что они замыкаются на полушевронах и на валы и опоры не передаются.

Исходные данные, за исключением коэффициентов смещения, взяты в соответствии с РЭ 2ЭС6 [3].

Выбор коэффициентов смещения выполнялся по методике многокритериальной оптимизации В. А. Голованова [4], по которой значимость критериев: контактная прочность, прочность по изгибу, равнопрочность зубьев ведущего и ведомого колес, износостойкость, сопротивление заеданию и плавность работы передачи — принята одинаковой.

Методика определения основных параметров зубчатого зацепления представляет собой частичный геометрический и прочностной расчет по формулам (1) — (6). Расшифровка обозначений указана в ГОСТ 16532–70 и ГОСТ 21354–87 (дата актуализации текста: 06.04.2015).

Суммарный показатель коэффициентов торцового и осевого перекрытия

$$\sum \varepsilon = \frac{z_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{a1} + z_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{a2} - (z_1 + z_2) \cdot \operatorname{tg} \alpha_{tw}}{2 \cdot \pi} + \frac{b \cdot \sin \beta}{\pi \cdot m} \quad (1)$$

Коэффициент удельного скольжения (в нижних точках активных профилей зуба)

$$\theta_{p1,2} = - \frac{(\operatorname{tg} \alpha_{a2,1} - \operatorname{tg} \alpha_{tw}) \cdot (u + 1)}{\operatorname{tg} \alpha_{tw} - u \cdot (\operatorname{tg} \alpha_{a2,1} - \operatorname{tg} \alpha_{tw})} \quad (2)$$

Расчетное напряжение изгиба, МПа

$$\sigma_{F1,2} = \frac{F_{Fl}}{b_{1,2} \cdot m} \cdot K_F \cdot Y_{FS1,2} \cdot Y_\beta \cdot Y_\varepsilon \quad (3)$$

Допускаемое напряжение изгиба, МПа

$$\sigma_{FP1,2} = \frac{\sigma_{Flim b1,2}}{S_{F1,2}} \cdot Y_{M1} \cdot Y_\delta \cdot Y_{R1,2} \cdot Y_{X1,2} \quad (4)$$

Расчетное контактное напряжение, МПа

$$\sigma_{H1,2} = Z_E \cdot Z_H \cdot Z_\varepsilon \sqrt{\frac{F_{tH} \cdot (u + 1)}{b_{1,2} \cdot d_{1,2} \cdot u}} \cdot \sqrt{K_H} \quad (5)$$

Допускаемое контактное напряжение, МПа

$$\sigma_{HP1,2} = \frac{\sigma_{lim1,2} \cdot Z_{M1,2}}{S_{H1,2}} \cdot Z_R \cdot Z_{V1,2} \cdot Z_L \cdot Z_{X1,2} \quad (6)$$

Коэффициенты запаса контактной  $n_{H1,2}$  и изгибной прочности  $n_{F1,2}$  показывают, во сколько раз расчетные напряжения превышают допускаемые.

Параметры передачи при расчете, указанные на рис. 1, приняты неизменными. Варьировался только угол наклона зубьев на делительном цилиндре  $\beta$ . Для примера проведенного расчета на рис. 1 приведено диалоговое окно расчетного модуля «Валы и механические передачи» среды КОМПАС-3D для  $\beta = 25^\circ$ .

В табл. 1 представлены величины качественных показателей зацепления, которые изменяются в зависимости от увеличения угла наклона зубьев.

Из проведенных расчетов можно сделать следующие выводы:

- увеличение угла наклона зубьев по делительному цилиндру тяговой зубчатой передачи грузового электровоза 2ЭС6 при фиксации остальных параметров передачи (см. рис. 1) возможно до 29°, после чего возникает заострение вершин и «наложение» зубьев в теоретической картине зацепления;
- при увеличении в положительном направлении коэффициентов смещения (совместно с увеличением угла наклона зубьев по делительному цилиндру) происходит снижение коэффициентов удельного скольжения зубьев передачи;
- при увеличении в отрицательном направлении коэффициентов смещения (совместно





с увеличением угла наклона зубьев по делительному цилиндру) происходит повышение коэффициентов торцового и осевого перекрытия;

- коэффициенты запаса по контактной прочности при  $\beta \approx 25^\circ$ , как видно из расчетных значений, достигают максимума, чем и объясняется выбор  $\beta = 24^\circ 34' 37''$  в спроектированной передаче грузового электровоза 2ЭС6, так как именно контактные напряжения — лимитирующие, по которым оценивается общий ресурс передачи.

В продолжение исследований стоит отметить, что применение нестандартного исходного контура расширяет возможности увеличения угла наклона зубьев по делительному цилиндру при изменении и подборе параметров передачи [5, 6].

Таким образом, в результате имитационного моделирования были получены 3D-модели шестерни и зубчатого колеса для исходной и оптимизированной зубчатых передач грузового электровоза 2ЭС6, параметры которых приведены в источнике [5]. Все построения были выполнены с использованием модуля «Валы и механические передачи 3D» в среде КОМПАС-3D.

Ниже приведены модели шестерни и зубчатого колеса оптимизированной передачи (рис. 2). Сравнение геометрической формы зубьев исходной и оптимизированной передач представлено на рис. 3.

Дальнейшие исследования будут направлены на оценку влияния геометрических параметров на другие показатели качества зацепления передачи: коэффициент давления и коэффициент формы зуба. **ИТ**

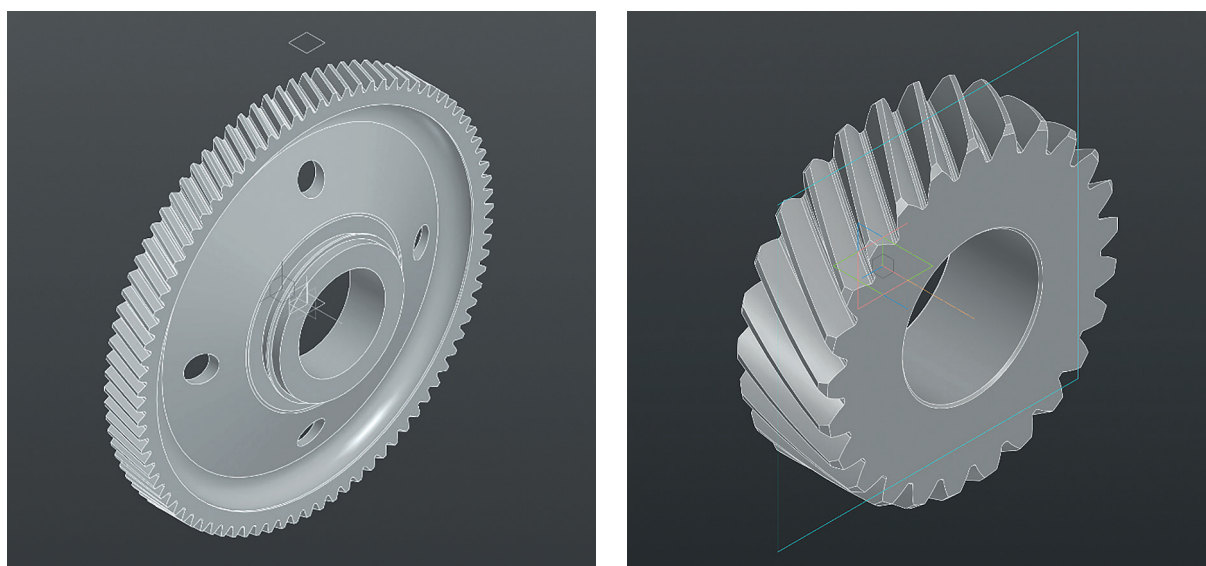


Рис. 2. Трехмерные модели оптимизированных БЗК и МЗК грузового электровоза 2ЭС6

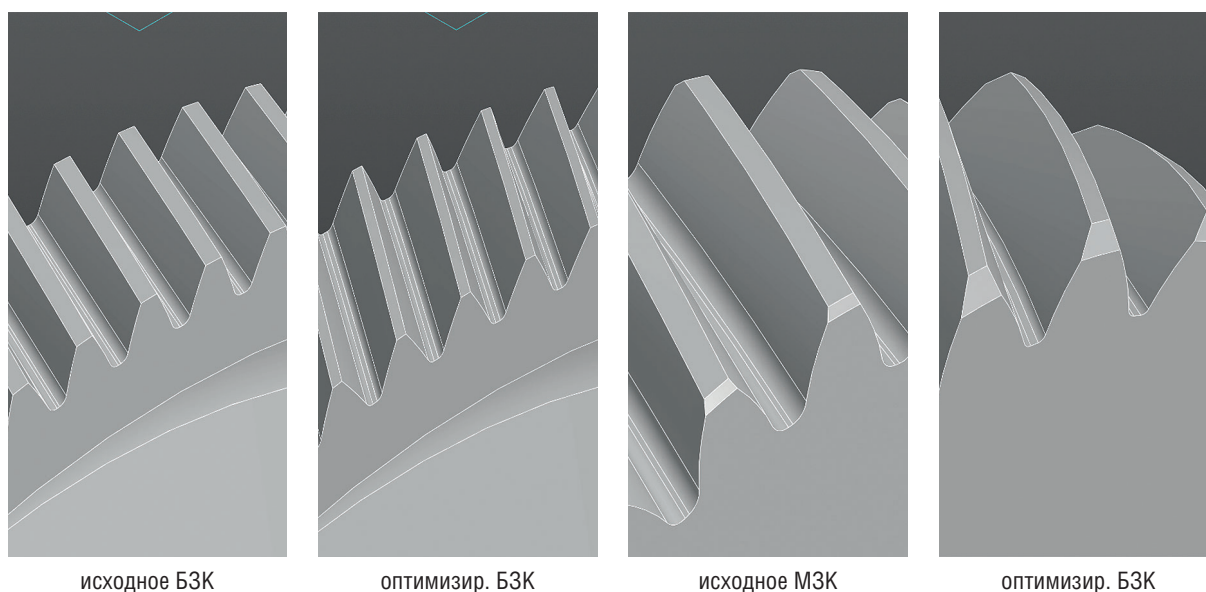


Рис. 3. Геометрическая форма зубьев исходной и оптимизированной передач



## Список литературы

1. ГОСТ 30803–2014. Колеса зубчатые тяговых передач тягового подвижного состава. Введ. 01.07.2015. М. : Стандартиформ, 2019. 19 с.
2. ГОСТ 13755–2015. Основные нормы взаимозаменяемости. Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные. Исходные контуры. Введ. 01.01.2017. М. : Стандартиформ, 2016. 15 с.
3. Электровоз грузовой 2ЭС6. Руководство по эксплуатации. Часть 6. Механическое оборудование и системы вентиляции. Введ. 26.02.2010. Екатеринбург : ОАО «УЗЖМ», 2010. 97 с.
4. Голованев В. А. Применение оптимизационных методов и интерактивного блокирующего контура при выборе коэффициентов смещения (корригировании) цилиндрических эвольвентных зубчатых передач внешнего зацепления // САПР и графика. 2014. № 11 (217). С. 89–93. URL: <https://sapr.ru/article/24715>
5. Буйносов А. П., Шарапов А. Т. Использование нестандартного исходного контура при проектировании тяговой зубчатой передачи // Материалы VI всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Омск, 12 ноября 2021 года. Омск : ОмГУПС, 2021. С. 131–134.
6. Buynosov A., Sharapov A. Mathematical modeling of a freight electric locomotive gearing // Proceedings II International Scientific Conference on Advances in Science, Engineering and Digital Education (ASEDU-II-2021) : Conference Proceedings, Krasnoyarsk, 28.10.2021. Vol. 2647 A. Krasnoyarsk : AIP PUBLISHING, 2022. P. 60008. DOI 10.1063/5.0104717.

## References

1. GOST 30803–2014. Gear wheels of traction gears of traction rolling stock. Introduction. 01.07.2015. Moscow : Standartinform, 2019. 19 p.
2. GOST 13755–2015. Basic rules of interchangeability. Gear gears are cylindrical involute. The original contours. Introduction. 01.01.2017. Moscow : Standartinform, 2016. 15 p.
3. Electric freight locomotive 2ES6. Operation manual. Part 6. Mechanical equipment and ventilation systems. Introduction. 26.02.2010. Yekaterinburg : JSC “UZZHM”, 2010. 97 p.
4. Golovanev V. A. Application of optimization methods and interactive blocking contour in the selection of displacement coefficients (correction) of cylindrical involute gears of external gearing // CAD and graphics. 2014. No. 11 (217). P. 89–93. URL: <https://sapr.ru/article/24715>
5. Buynosov A. P., Sharapov A. T. The use of a non-standard linear contour in the design of a traction gear transmission // Materials of the VI All-Russian Scientific and Technical Conference with international participation, Omsk, November 12, 2021. Omsk : OmGUPS, 2021. P. 131–134.
6. Buynosov A., Sharapov A. Mathematical modeling of a freight electric locomotive gearing // Proceedings II International Scientific Conference on Advances in Science, Engineering and Digital Education (ASEDU-II-2021) : Conference Proceedings, Krasnoyarsk, 28.10.2021. Vol. 2647 A. Krasnoyarsk : AIP PUBLISHING, 2022. P. 60008. DOI 10.1063/5.0104717.



**Анна Михайловна  
Ужегова**  
Anna M. Uzhegova



**Наталья Владимировна  
Пономарева**  
Natalia V. Ponomareva

## Актуальные тенденции развития цепей поставок

### Current trends in the development of supply chains

#### Аннотация

В статье дается обзор основных направлений развития цепей поставок, подчеркивается важность решения первостепенных проблем в сфере логистики. Основное внимание уделяется необходимости цифровой трансформации, использования передовых технологий и внедрения устойчивых практик в логистической отрасли для решения проблем и повышения устойчивости цепей поставок.

**Ключевые слова:** цепи поставок, электронная коммерция, современные технологии цепей поставок, цифровая трансформация, управление цепями поставок.

#### Abstract

The article provides an overview of the main directions of supply chain development, emphasizes the importance of solving the primary challenges in the field of logistics. The focus is made on the need for digital transformation, the use of advanced technologies and introduction of sustainable practices in the logistics industry to solve the problematic issues and increase the sustainability of supply chains.

**Keywords:** supply chains, e-commerce, modern supply chain technologies, digital transformation, supply chain management.

#### Авторы Authors

*Анна Михайловна Ужегова, канд. социол. наук, доцент кафедры «Мировая экономика и логистика» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | Наталья Владимировна Пономарева, студентка 4 курса Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург*

*Anna M. Uzhegova, Candidate of Social Sciences, Associate Professor of "World Economy and Logistics" Department of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg | Natalia V. Ponomareva, 4th-year student of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg*

Мировое производство значительно сократилось в 2020–2022 гг. из-за пандемии и карантина. Это выдвинуло идею цифровой трансформации на передний план. Производители уже много лет следят за революцией в индустрии, которой дали название «Логистика 4.0» [1]. Но сейчас эта идея набирает обороты: опрос показал, что более половины всех логистических компаний стремятся к цифровой трансформации. Последние два года наблюдается невиданная ранее неустойчивость спроса. Более того, нехватка рабочей силы превратила транспортировку товаров в конечный пункт назначения в трудновыполнимую задачу. Поставщики товаров считают, что они должны очень быстро приспосабливаться к изменившимся условиям [2].

Можно выделить основные тенденции развития цепей поставок [3]:

### 1. Сосредоточение внимания на удержании водителей

После того как груз выгружен в порту, автоперевозки становятся основным видом интермодальных перевозок. Из-за нехватки грузовых мощностей большинство грузовых контейнеров простаивает на объектах с ограниченной пропускной способностью. Это приводит к тому, что корпоративные операции страдают. Проблема в том, что не хватает машин и водителей. Из-за темпов роста у малых предприятий, занимающихся грузоперевозками, практически нет стимулов для увеличения пропускной способности. Это мешает им инвестировать в новые автомобили. Компании должны решать проблему нехватки водителей, инвестируя в удержание водителей. Это может быть плата водителям за каждую доставку на последней миле, а не за милю. В сочетании с технологиями, упрощающими жизнь водителей, эта бизнес-модель стимулирует водителей совершать больше доставок в день и может способствовать сохранению водителей на рабочих местах.

### 2. Локализация цепочки поставок

Современное потребительское поведение требует сверхбыстрой доставки товара по доступной цене. Доставка по требованию становится высококонкурентной характеристикой бизнеса, теперь это то, что требуют многие клиенты. Однако большинство цепочек поставок не может обеспечить доставку даже на следующий день. Вот почему локализация цепочки поставок получила такое широкое распространение в индустрии быстрой коммерции. Цепочки поставок должны быть перемещены на местный уровень, чтобы ускорить выпол-

нение заказов. Раньше запасы и отгрузка контролировались в региональном масштабе. Но в настоящее время руководители цепочек поставок выполняют заказы местных розничных продавцов в соответствии с глобальными тенденциями в области логистики.

### 3. Использование передовых технологий для гибких цепей поставок

Основной задачей на ближайший год является открытие новых площадок для хранения запасов и внедрение системы управления заказами, чтобы направлять заказы в те места хранения, которые обеспечат максимально быстрое выполнение заказа [4].

### 4. Запасы и прогноз доставки

Нет необходимости держать цепочку поставок в неведении. Руководители цепочки поставок должны прогнозировать запасы и доставку, используя существующие технологии SCM (англ. Supply Chain Management — управление цепями поставок). Современные технологии позволяют достичь невиданного ранее уровня понимания данных цепочки поставок. Большие данные и предиктивная аналитика — это недоиспользуемые ресурсы, которые могут предоставить информацию, помогающую предвидеть кризисы или ажиотажный спрос [5].

### 5. Использование краудсорсинговой доставки и нескольких партнеров по логистике

Эффективное управление несколькими парками техники — еще один важный шаг на пути к экономии средств, удовлетворению ожиданий клиентов и обеспечению бесперебойной работы цифровой цепочки поставок. Некоторые парки могут быть размещены на одном сайте, но автоматизация информации о том, какие заказы идут к какому парку, сэкономит деньги при увеличении скорости. Это требует использования технологии для определения, доступны ли ближайшие водители, чтобы доставить соответствующий предмет по указанному адресу в пределах предложенного окна доставки. Таким образом, компании должны сосредоточиться на оптимизации управления доставкой. Наличие нескольких автопарков — важная тенденция цепочки поставок, поскольку она обеспечивает большую гибкость в процессе доставки и предоставляет предприятиям запасной план [4].

### 6. Решения для доставки «последней мили»

Клиенты хотят, чтобы их заказы обрабатывались быстро и «прозрачно». Технология, доступная на «последней миле», предоставляет логистическим компаниям возможность сделать этот аспект цепочки поставок «прозрачным» для всех вовлеченных сторон. Когда розничные продавцы и логистические компании сотрудничают в качестве партнеров по цепочке поставок, концентрируясь на обеспечении наилучшей доставки на «последней миле», технология помогает им адаптироваться к рынку и справляться с непредвиденными ситуациями. В этом сценарии выгодно использовать искусственный интеллект. Это позволит определить, кто будет считаться лидером цепочки поставок в текущем периоде [6].

### 7. Окупаемость управления цепочками поставок

Вполне логично, что по мере роста количества заказов будет расти и окупаемость. Компании, которые хотят оставаться в курсе развития цепочки поставок, должны уделять первоочередное внимание управлению возвратами. Клиенты хотят иметь простую и надежную процедуру возврата, чтобы получить наилучшее качество обслуживания. Сложность заключается в том, что цепочка поставок должна быть в основном структурирована для обработки огромных объемов возвратов. Необходимо заняться управлением запасами, вопросами пополнения запасов и логистическими расходами, связанными с каждым возвратом. К счастью, современная технология цепочки поставок обеспечивает автоматизированную и «прозрачную» обработку возвратов. Это часть цифровизации и автоматизации цепочки поставок, которая позволяет сделать все процедуры (включая возврат) цифровыми [6].

### 8. Сокращение углеродного следа для устойчивого развития

Розничные цепочки поставок являются крупнейшим источником выбросов углерода, на них приходится более половины всех промышленных выбросов углерода. Согласно недавнему исследованию, расширение электронной коммерции к 2030 г. приведет к 30-процентному увеличению выбросов углекислого газа, связанных с доставкой. Поставщики логистических услуг должны отслеживать, измерять и сообщать о выбросах углерода, а также информировать потребителей о сокращении выбросов [4]. Методы «зеленой» логистики, встроенные во все цепочки поставок, в основном за счет устойчивых вариантов выполнения элек-

тронной коммерции и операций по доставке, помогут цепочкам поставок оставаться конкурентоспособными и даже увеличивать долю рынка.

### 9. Цифровизация и автоматизация

Пандемия ускорила цифровизацию логистики и управления цепочками поставок более чем в половине всех промышленных предприятий. В результате ключевые лица, принимающие решения, могут быстрее реагировать на непредвиденные события. Они могут более гибко позиционировать себя в цепочке поставок, заранее оптимизируя запасы или доступность контейнеров. Кроме того, системы предупреждения в режиме реального времени предсказывают узкие места и предлагают действенные решения [4].

### 10. Гибридные парки

Вилочные погрузчики по-прежнему являются основным средством внутривозвратной транспортировки на большинстве промышленных предприятий. Хотя автоматизированные управляемые транспортные средства (AGV) используются во многих приложениях, отсутствие совместимости между связью и управлением различными AGV или между AGV и видами транспорта с водителями-людьми препятствует их эффективному использованию. Применение систем управления транспортом, которые объединяют в сеть AGV и конвейерные системы с ручным управлением, поможет в перспективе управлять всеми транспортными средствами. AGV подходят не для всех типов транзита товаров, например, когда контейнеры не соответствуют требованиям. В результате гибридный парк транспортных средств с системами управления транспортом в реальном времени часто является идеальным решением [1].

### 11. Трансграничная логистика

Электронная коммерция уменьшила карту мира. Доставка через национальные и международные линии уже не так сложна, как раньше. Привлечь новых потребителей на новых рынках так же просто, как создать веб-сайт на языке этого рынка. Это развитие повысило важность логистических партнеров, которые теперь должны удовлетворять новые потребности так же быстро, как и их внутренние потребители. Физическое местоположение, доступ к транспортным сетям и оптимизированные методы обработки возвратов в настоящее время входят в список требований для любой онлайн-компании, которая ищет службу выполнения для поддержки международной экспансии [2].

## 12. Рост спроса на облачные технологии

Когда дело доходит до управления цепочками поставок, облачные вычисления, несомненно, становятся частью международной логистики. В настоящее время инвестиции в облачные технологии оправданы. Облачные вычисления позволяют логистическим организациям более эффективно масштабироваться, повышать надежность и сокращать расходы на обслуживание. Дополнительные преимущества включают повышенную безопасность и сохранность данных. Облачные технологии

могут предлагать различные преимущества по сравнению со стандартными процедурами, такими как отгрузка продуктов и операции бэк-офиса [5].

Актуальная цель организации цепей поставок — повысить устойчивость цепочки поставок к непредвиденным логистическим проблемам. В то время как глобальные и местные цепи поставок продолжают сталкиваться с проблемами из-за пандемии и других факторов, многие фирмы перешли на цифровые технологии, чтобы обеспечить бесперебойную работу своих операций. **ИТ**

### Список литературы

1. Индустрия 4.0 в логистике // TADVISER. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Индустрия\\_4.0\\_в\\_логистике](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Индустрия_4.0_в_логистике)
2. Соколовский Я. П. Современные тенденции развития международной логистики в российской экономике // Вектор экономики : электронный научный журнал. 2019. № 9. ISSN 2500-3666. URL: <http://www.vectoreconomy.ru/index.php/number9-2019/logistika-9-2019>.
3. Вобляя И. Н., Марцева Т. Г., Петрич А. Р. Проблемы развития логистики в новых реалиях // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2022. № 11 (2). С. 216–220. ISSN 1818-4057. URL: <https://vaael.ru/article/view?id=2553>.
4. Полубоярова А. А. Особенности логистического сектора в 2022 году // Вестник науки. 2022. № 7 (52), Т. 1. С. 72–77. ISSN 2712-8849. URL: <https://www.xn----8sbemplcld3bmt.xn--p1ai/article/5981>.
5. Колотвина Е. Ю. Современные тенденции развития логистики // Символ науки. 2020. № 1. С. 48–50. ISSN 2410-700X.
6. Top 10 Logistics Industry Trends & Innovations in 2023 // StartUs In-sights. URL: <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/top-10-logistics-industry-trends-innovations-in-2021>.

### References

1. Industry 4.0 in logic // TADVISER. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Индустрия\\_4.0\\_in\\_logistics](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Индустрия_4.0_in_logistics).
2. Sokolovsky Ya. P. Changed trends in the development of international politics in the Russian encyclopedia // Vector of the economy : electronic scientific journal. 2019. № 9. ISSN 2500-3666. URL: <http://www.vectoreconomy.ru/index.php/number9-2019/logistika-9-2019>.
3. Voblaya I. N., Martseva T. G., Petrich A. R. Problems of logic development in new realities // Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. 2022. No. 11 (2). P. 216–220. ISSN 1818-4057. URL: <https://vaael.ru/article/view?id=2553>.
4. Poluboyarova A. A. Features of the logistics sector in 2022 // Bulletin of Science. 2022. No. 7 (52), Vol. 1. P. 72–77. ISSN 2712-8849. URL: <https://www.xn----8sbemplcld3bmt.xn--p1ai/article/5981>.
5. Kolotvina E. Yu. Modern trends in logistics development // Symbol of Science. 2020. No. 1. P. 48–50. ISSN 2410-700X.
6. Top-10 Tennessee and innovations in the legal industry in 2023 // Start in sight. URL: <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/top-10-logistics-industry-trends-innovations-in-2021>.





**Анна Михайловна  
Потехина**  
Anna M. Potekhina



**Александра Михайловна  
Потехина**  
Alexandra M. Potekhina

## О развитии информационных систем в ОАО «РЖД» (на примере Восточно- Сибирской железной дороги)

### Regarding the development of information systems in JSC «Russian Railways» (on the example of the East Siberian Railway)

#### Аннотация

В статье рассматриваются изменения в мероприятиях по пропускной и провозной способности, выявлены недостатки в информационном процессе. Предоставлен краткий обзор программного обеспечения АС ЭТРАН, АСОУП-3, ДМ ЗИ, АСУ МР, ГИД УРАЛ ВНИИЖТ и других ИТ-технологий ОАО «РЖД», применяемых на Восточно-Сибирской железной дороге. Сделан вывод о преимуществах и недостатках пользовательского интерфейса ДМ ЗИ.

**Ключевые слова:** провозная способность, эксплуатационные показатели, грузопоток, график исполненного движения, заявка, график подачи, инфраструктурные ограничения, цифровая трансформация, грузоотправитель.

#### Abstract

The article discusses the alterations in the measures for throughput and carrying capacity, identified shortcomings in the information process. A brief overview of the software of AS EBL (Automated System Electronic Bill of Lading), AS TOM (Automated System of Transportation Operational Management), DM IL (Dynamic Model for Infrastructure Loading), AMS LP (Automated Management System of Local Performance), ETS URAL VNIIZHT (Executed Traffic Schedule URAL VNIIZHT) and other IT technologies of JSC "Russian Railways" used on the East Siberian Railway is provided. The conclusion is made about the advantages and disadvantages of the DM IL user interface.

**Keywords:** carrying capacity, operational indicators, cargo flow, schedule of completed traffic, application, schedule, infrastructure restrictions, digital transformation, shipper.

#### Авторы Authors

*Анна Михайловна Потехина, канд. экон. наук, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой» Иркутского государственного университета путей сообщения (ИрГУПС), г. Иркутск, e-mail: potekhina\_AM@mail.ru | Александра Михайловна Потехина, аспирант 3 курса специальности «Системный анализ, управление и обработка информации» Иркутского государственного университета путей сообщения (ИрГУПС), г. Иркутск, e-mail: alexandra-2018@mail.ru*

*Anna M. Potekhina, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of "Operational Work Management" Department of Irkutsk State Transport University (ISTU), Irkutsk, e-mail: potekhina\_AM@mail.ru | Alexandra M. Potekhina, 3rd year Postgraduate student of "System analysis, management and information processing" educational programme of Irkutsk State Transport University (ISTU), Irkutsk, e-mail: alexandra-2018@mail.ru*

Компания ОАО «РЖД», являясь единственным публичным перевозчиком, выполняет не только экономические, но и социальные функции. В период пандемии и санкционных пакетов холдинг стремится адаптироваться к быстроменяющейся внешней среде путем комплексного подхода к развитию стратегии диверсификации.

С марта 2022 г. грузопоток по сети железных дорог сменил курс на восток. Теперь в сферах интересов грузоотправителей находится расширение торговых связей со странами Азиатско-Тихоокеанского региона.

В соответствии с комплексным планом модернизации магистральной инфраструктуры [1], необходимо обеспечить провозную способность в восточном направлении по итогам 2022 г. до 158 млн т, в 2023 г. — до 173 млн т, в 2024 г. — до 180 млн т [1].

На Восточно-Сибирской железной дороге для обеспечения поставленных целей реализуются мероприятия как технического, так и технологического плана. Набирают обороты инвестиционные проекты, связанные с улучшением инфраструктурной составляющей: мероприятия по увеличению пропускной и провозной способности инфраструктуры для увеличения транзитного контейнеропотока в 4 раза, в том числе «Транссиб за 7 суток», модернизация БАМа и Транссиба [1, 2]. В планах строительство и реконструкция семи объектов инфраструктуры:

- второй главный путь на перегоне Гуджекит — Тяя;
- станция Северобайкальск;
- двухпутная вставка на перегоне Блокпост 1068 км (Северобайкальск — Блокпост 1084 км);
- двухпутная вставка на перегоне Новый Уоян — Баканы с примыканием к станции Новый Уоян;
- двухпутная вставка на перегоне Янчуй — Чуро с примыканием к станции Чуро;
- второй главный путь на перегоне Сенаторский — Икабьякан;
- третий путь на перегоне Слюдянка I — Слюдянка II [3].

Цель проектов — увеличение эксплуатационных показателей и преодоление барьерных (узких) мест.

При этом вопрос информатизации и цифровизации процессов не менее актуален. Реализация мероприятий и достижение целей развития ОАО «РЖД» возможны только при условии соответствующего уровня развития информационных технологий компании, обеспечивающих эффективность ведения и развития основных направлений бизнеса ОАО «РЖД» и способствующих снижению операционных издержек, росту клиентоориентированности и производительности труда.

Задача данной статьи — дать краткий обзор программного обеспечения, регулирующего перевозочный процесс в компании, в том числе на Восточно-Сибирской железной дороге, и описать возможные риски

при использовании программы «Динамическая модель загрузки инфраструктуры» (ДМ ЗИ).

На текущий момент в сфере организации логистических процессов, планирования вагонопотоков, моделирования перевозочного процесса функционируют такие программы, как АС ЭТРАН (автоматизированная система централизованной подготовки и оформления перевозочных документов); АСОУП-3 (автоматизированная система оперативного управления перевозками нового поколения); ДМ ЗИ (динамическая модель загрузки инфраструктуры); АСУ МР (автоматизированная система управления местной работой); ГИД УРАЛ ВНИИЖТ (автоматизированная система ведения и анализа графика исполненного движения) [4] и другие. Оболочки программ находятся в созависимом состоянии, данные из программы АС ЭТРАН поступают в АСОУП-3 и АСУ МР и т.д.

С учетом значительного увеличения грузопотока элемент планирования в вышеуказанных системах представляет научный интерес.

Автоматизированная система «Динамическая модель загрузки инфраструктуры» (ДМ ЗИ) в качестве инструмента, призванного упорядочить систему планирования заявок ф. ГУ-12, взята на вооружение не так давно. С 2020 г. система претерпела ряд существенных изменений: например, добавились вкладки «Коэффициент надежности клиента» и «Отчет по соединенным поездам».

В настоящий момент действует технология работы динамической модели загрузки инфраструктуры ОАО «РЖД» при реализации процесса согласования заявок, утвержденная распоряжением ОАО «РЖД» от 25 ноября 2022 г. № 3090/р, где приводится структура программы, общий порядок работ, расчет доступной пропускной способности для согласования плана. Также имеется описание входных данных для формирования общей модели [5].

На рис. 1 представлена схема информационного обмена ДМ ЗИ и АС ЭТРАН в части «подкачки» данных о перерабатывающей способности путей необщего пользования, о прогнозном объеме погрузки и т.д.

Для обычного пользователя (грузоотправителя, грузополучателя) система работает следующим образом. Заявка ф. ГУ-12 подается клиентом любым удобным способом, например через АС ЭТРАН, и далее поступает в ДМ ЗИ. На основе указанных в заявке ф. ГУ-12 параметров проверяется возможность продвижения по инфраструктуре ОАО «РЖД», просчитывается возможный маршрут перевозки в нескольких вариантах, а также с учетом правил недискриминационного доступа, предлагаются возможные даты, в которые клиент может предъявить груз к перевозке. Полученные данные транслируются клиенту. Клиент выбирает точную дату, подтверждает необходимый объем на выбранную дату, подтверждает предложенный маршрут

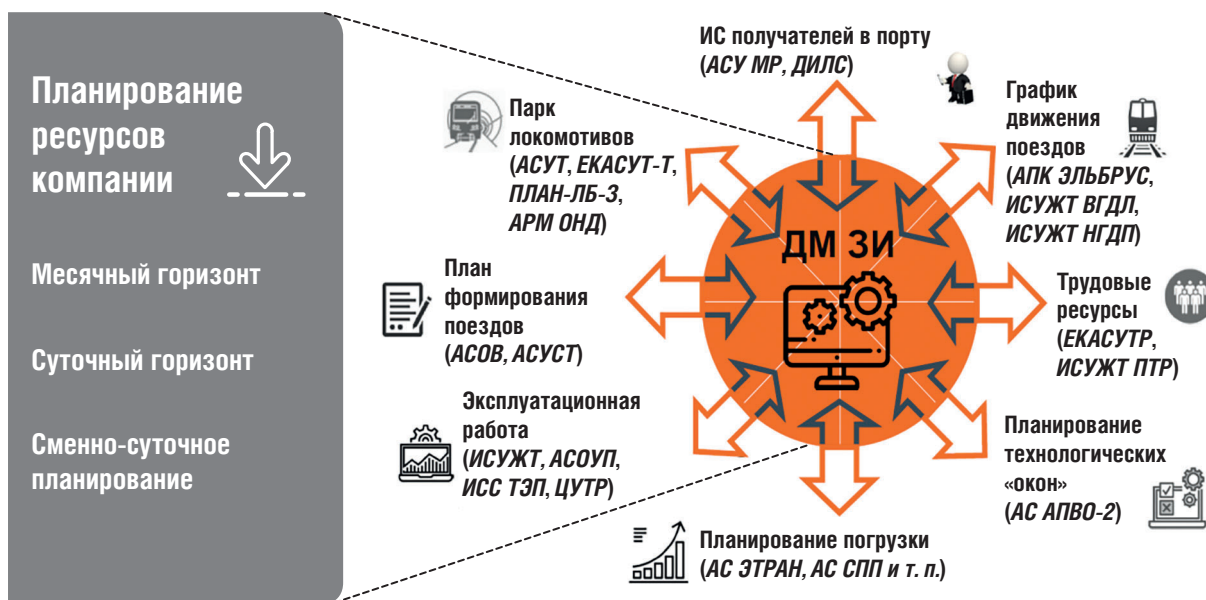


Рис. 1. Модель взаимодействия ДМЗИ и других информационных систем ОАО «РЖД»

и при необходимости стоимость перевозки. Затем заявка приобретает статус «Согласована» и передается в производственный блок компании для планирования ресурсов и организации перевозки.

Ежесуточно программа проверяет возможность приема грузов к перевозке на следующие сутки по согласованным графикам заявки. В случае отсутствия ограничивающих обстоятельств согласованные графики подтверждаются, и по ним осуществляется прием груза к перевозке. Суточный клиентский план погрузки (СКПП) берет на себя функцию площадки для обмена информацией в случае появления форс-мажорных обстоятельств как у клиента, так и у ОАО «РЖД». Клиент при отсутствии возможности предъявить груз в согласованную дату вносит соответствующую информацию в СКПП. Для восполнения невывезенных объемов ДМЗИ вновь просчитывает возможные варианты перевозок и в нескольких вариантах предлагает клиенту на согласование. Клиент может согласиться с одним из предложенных вариантов, выбрать подходящую ему дату предъявления (из предварительно рассчитанных ДМЗИ, выбор даты осуществляется по аналогии с пассажирскими авиаперевозками путем нажатия кнопки «Уточнить») либо может полностью отказаться от перевозки.

На первый взгляд, логичность и несомненная адаптивность в текущих условиях является большим преимуществом программы. Однако встречаются и не столь восторженные отзывы. Негативными рекомендациями поделился председатель комиссии по транспорту «Русской стали» Михаил Щербинин [6]. По его словам, неотлаженность системы ДМЗИ уже привела к падению производства и скапливанию груза. Теперь действуют несколько барьеров: согласование ГУ-12, затем согласование СКПП, и теперь добавилось согласование объе-

ма с помощью ДМЗИ на предмет наличия инфраструктурных ограничений по пути следования груза.

Авторы данной статьи попробовали не только протестировать программу, имея функционал обычного пользователя сети, но и провели опрос среди сотрудников ТЦФТО о наличии замечаний к функционированию программы.

Итак, вкладка «Произвольные отчеты» аналогична структуре произвольных отчетов в АС ЭТРАН (другими словами — дублирование функций).

Вкладка «Инфраструктурные ограничения» включает в себя только «Нормативные данные по перерабатывающей способности грузоотправителя/грузополучателя». Данная информация уже имеется в АС ЕТП.

Представляет интерес вкладка «Статистика работы в ДМЗИ». Анализ производится исходя из наличия заявок. При этом не определен момент по количеству вагонов в заявках ф. ГУ-12 (рис. 2).

Наиболее весомой недоработкой программы является отклонение заявки ф. ГУ-12 из-за двойной проверки рода груза.

Пример: при согласовании заявки ИД 1358172445 система ДМЗИ производит проверку по двум перерабатывающим способностям пути необщего пользования отправления и отклоняет заявку по причине превышения перерабатывающей способности грузоотправителя согласно договору на подачу/уборку вагонов (рис. 3). Клиент грузит «брикеты и пеллеты» в контейнерах, в результате чего система проверяет перерабатывающую способность как на грузы в контейнерах, так и в категории «остальные и сборные», при этом груз один:

1. Владелец: ИП Заречный. Клиент: ИП Заречный. Группа груза: грузы в контейнерах. ЕТСНГ: (пусто) — 12 ваг. в сутки.



Динамическая модель загрузки инфраструктуры → Статистика работы ДМ ЗИ

Начало периода: 01.02.2023  
 Окончание периода: 28.02.2023

Образить Экспорт в Excel

Запросы ПУ-12 | Запрос уведомления

Дата (период работы ДМ ЗИ)	Превышенный загрузки инфраструктуры Нет Согласованы	Результаты рассмотрения заявок ф. ПУ-12		Всего запросов к ДМ ЗИ	Отклонено заявок (%)
		Рассчитан альтернативный график подачи	Рассчитан альтернативный маршрут		
		Согласованы	Не согласованы		
01.02.2023	7075	3278	287	0	7.7
02.02.2023	6628	3066	249	0	6.9
03.02.2023	8705	3655	233	2	6.2
04.02.2023	1609	606	36	0	7.0
05.02.2023	1108	387	16	0	5.1
06.02.2023	6727	2885	204	0	6.0
07.02.2023	6426	2525	219	0	5.5
08.02.2023	3734	1278	93	0	6.5
09.02.2023	6726	2077	194	0	10.4
10.02.2023	3378	984	76	1	7.7
11.02.2023	0	0	0	0	0.0
12.02.2023	0	0	0	0	0.0
13.02.2023	0	0	0	0	0.0
14.02.2023	0	0	0	0	0.0
15.02.2023	0	0	0	0	0.0
16.02.2023	0	0	0	0	0.0
17.02.2023	0	0	0	0	0.0
18.02.2023	0	0	0	0	0.0
19.02.2023	0	0	0	0	0.0
20.02.2023	0	0	0	0	0.0
21.02.2023	0	0	0	0	0.0
22.02.2023	0	0	0	0	0.0
23.02.2023	0	0	0	0	0.0
24.02.2023	0	0	0	0	0.0
25.02.2023	0	0	0	0	0.0
26.02.2023	0	0	0	0	0.0
27.02.2023	0	0	0	0	0.0
28.02.2023	0	0	0	0	0.0
<b>Итого:</b>	<b>52116</b>	<b>20741</b>	<b>1607</b>	<b>3</b>	<b>7.0</b>
			<b>5647</b>	<b>80114</b>	

Рис. 2. Вкладка «Статистика работы в ДМ ЗИ»

А. М. Потехина, Ал. М. Потехина | О развитии информационных систем в ОАО «РЖД» (на примере Восточно-Сибирской железной дороги)



# Управление процессами перевозок

Заявка на перевозку №0040509847 (Отклонена, ИД 1358172445) (Оформлен с ЭП)

Обновить
Перейти на бумажный документооборот

Показать график подал
Функции
Акт отказа от подписи
Повторная заявка
Уровень согласования

Документ
Связанные документы
История изменений
Печатная форма
Прозрачная плата
Конвенционные запрещения

**Тип документа** Заявка на перевозку/грузов ДУ-12

**Дата регистрации** 02.02.2023

**Период перевозок с** 01.03.2023 **по** 14.04.2023

**Вид сообщения** Непрямое международное через российские порты

**Прямых отправок** Контейнерная КО

**Страна отправления/входа в СНГ** РОССИЯ

**Станция отправления/входа в СНГ** НИЖНЕВУДИНСК

**Грузоотправитель** ИП Заречный Валерий Алексеевич

**ИП Заречный Валерий Алексеевич**

**Адрес** 685111, с. Мельница Нижнеудинского р-на, Точка 8

**Принадлежность вагонов/контейнеров** Собственный

**Номер договора** 19/СП/1284-ЗРЖД

**Владелец жд. пути несобственного пользования** ИП Заречный Валерий Алексеевич

**Отметка о согласовании владельцем пути** Согласовано

**Дата согласования с владельцем пути** 02.02.2023

**Группа груза** ГРУЗЫ В КОНТЕЙНЕРАХ

**Способ подачи** По датам

**Параметры**

Код станции: 921202

Код Дороги: 92

Код ОКТО: 0061048704

Код ТНП: 4701

Параметры: 1,10м,1н,12м,3м,8,8н

ИНН: 383500034429

**Отправки**

Добавить

Изменить

Удалить

Копировать

Вставить

№	Код груза	Груз	Род подвижного состава	Колово вагонов	Вес(тонн)	Погр. ваг/конт	Погр. тонн	До погрузки ваг/конт	До погрузки тонн	Станция назначения	Дорога	Страна
1	111025	БРИКЕТЫ И ПЕЛЛЕТЫ (ГРАНУЛЫ) ИЗ ОТХОДОВ ДРЕВСИНЫ	контейнер общего назначения	93	2325	93	2325			ВЛАДИВОСТОК(ЭКСП.)	ДАЛЬНЕВОСТО...	КОРЕЯ

Колово ваг/конт: 0(93)

Вес(тонн): 0(2325)

Номер очереди по заявке: 53

График подал

Рис. 3. Информация из блока «Инфраструктурные ограничения»



Инфраструктурные ограничения ГУ-12 ИД 1358172445											
Ограничения											
Альтернативный маршрут	Контроль	Наименование	Тип ограничения	Дата начала	Дата окончания	Дата ...	Дата подачи	ГУ-12 Кол-во ваг/конт в ГУ-12	Занятость инфраструктуры, ваг	Перерабатывающая способность, ваг	Превышение, ваг/конт
	По погрузке/выгрузке	НИЖНЕУДИНСК	Безусловный	24.09.2022	01.01.3000						12
	По погрузке	НИЖНЕУДИНСК	Безусловный	24.09.2022	01.01.3000						4

Рис. 4. Пример отклонения заявки ф. ГУ-12 (клиент ИП Заречный В. А.)

2. Владелец: ИП Заречный. Клиент: ИП Заречный. Группа груза: остальные и сборные. ЕТСНГ: брикеты и пеллеты — 4 ваг. в сутки.

Схема расчета в ДМ ЗИ представлена на рис. 4.

Таким образом, возникают следующие вопросы:

1. В «Инфраструктурных ограничениях» перерабатывающая способность рассчитана в вагонах, а заявка подается в контейнерах. Как система рассчитывает превышение перерабатывающей способности? Переводит вагоны в контейнеры или наоборот? Что с чем сравнивает?

2. Как система подбирает нужную строку в «Инфраструктурных ограничениях» для расчета, если по одному и тому же грузоотправителю несколько строк? В каком порядке происходит подбор? Есть ли блок-схема или графическая модель, как эта проверка реализована в программе?

3. Если при перевозке груза в контейнерах наименование груза ЕТСНГ совпадает с другой номенклатурной группой груза, должна ли система учитывать эту строку?

Данная ситуация создает риск отклонения заявки при имеющейся инфраструктурной возможности принять груз к перевозке.

## Выводы

Программа ДМ ЗИ, являясь, несомненно, действенным рычагом в организации системы планирования в целом по сети дорог, должна быть доработана с учетом актуальных запросов от пользователей. В целевом состоянии ДМ ЗИ станет источником прогнозных данных, которые позволят качественно изменять не только планирование приема грузов к перевозке, но и процессы планирования ресурсов компании на различных временных горизонтах.

В общей системе информационного обеспечения ОАО «РЖД» огромным преимуществом является не создание новых автоматизированных программ, а совершенствование уже имеющихся модулей. **ИТ**

## Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 19.03.2019 г. № 466-р «Об утверждении программы развития ОАО «РЖД» до 2025 года» (вместе с «Долгосрочной программой развития открытого акционерного общества «Российские железные дороги» до 2025 года) // Правительство России : официальный сайт. URL: <http://government.ru/docs/all/121118>.
2. Паспорт инвестиционного проекта «Модернизация железнодорожной инфраструктуры Байкало-Амурской и Транссибирской железнодорожных магистралей с развитием пропускных и провозных способностей (второй этап)» : утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 апреля 2021 г. № 1100-р // Правительство России : официальный сайт. URL: <http://static.government.ru/media/files/DmnOwIKcEzTEENtaA3snyn22AHdSVbJy.pdf>.
3. Распоряжение Правительства РФ от 26.10.2020 г. № 2774-р (ред. от 30.07.2021) «Об утверждении перечней объектов инфраструктуры, необходимых для увеличения пропускной способности Байкало-

## References

1. Decree of the Government of the Russian Federation No. 466-r dated 19.03.2019 “On approval of the Development Program of JSC “Russian Railways” until 2025” (together with the “Long-term Development Program of Open Joint Stock Company “Russian Railways” until 2025) // The Government of Russia : official website. URL: <http://government.ru/docs/all/121118>.
2. Passport of the investment project “Modernization of the railway infrastructure of the Baikal-Amur and Trans-Siberian railway with the development of throughput and carrying capacity (second stage)” : approved by the Decree of the Government of the Russian Federation No. 1100-r dated April 28, 2021 // The Government of Russia : official website. URL: <http://static.government.ru/media/files/DmnOwIKcEzTEENtaA3snyn22AHdSVbJy.pdf>.
3. Decree of the Government of the Russian Federation No. 2774-r dated 10/26/2020 (ed. dated 30.07.2021) “On Approval of Lists of Infrastructure Facilities Necessary to Increase the Capacity of the Baikal-Amur and Trans-Siberian Railway Lines, in Respect of which the Features Es-

Амурской и Транссибирской железнодорожных магистралей, в отношении которых применяются особенности, установленные Федеральным законом «Об особенностях регулирования отдельных отношений в целях модернизации и расширения магистральной инфраструктуры и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // Правительство России : официальный сайт. URL: <http://government.ru/docs/all/130578>.

4. ГИД УРАЛ-ВНИИЖТ: Справочная система. URL: <http://gidural.ru>.
5. Распоряжение ОАО «РЖД» от 25 ноября 2022 г. № 3090/р «Об утверждении технологии работы динамической модели загрузки инфраструктуры ОАО «РЖД» при реализации процесса согласования заявок на перевозку грузов и запросов-уведомлений на перевозку порожних грузовых вагонов» // Портал ГАРАНТ.РУ. URL: <https://base.garant.ru/406147015>.
6. Модель динамит грузы. На пути клиентов ОАО «РЖД» встала новая система обработки заявок // Сетевое издание «Коммерсантъ». URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5889545>.

established by the Federal Law “On the Specifics of Regulating Individual Relations for the Modernization and Expansion of the Trunk Infrastructure and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation” // Government of Russia : official website. URL: <http://government.ru/docs/all/130578>.

4. URAL-VNIIZHT GUIDE: The help system. URL: <http://gidural.ru>.
5. Order of JSC “Russian Railways” dated November 25, 2022 No. 3090/r “On approval of the technology of the dynamic model of loading the infrastructure of JSC “Russian Railways” during the implementation of the process of approving applications for the carriage of goods and notification requests for the carriage of empty freight cars” // Portal GARANT.RU. URL: <https://base.garant.ru/406147015>.
6. Dynamite cargo model. A new application processing system has got in the way of Russian Railways customers // Online publication “Kommersant”. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5889545>.

### Уважаемые читатели и авторы журнала «Инновационный транспорт»!

Если вам нравится наш журнал, вы можете оказать содействие в его развитии, перечислив денежные средства по реквизитам:

Ассоциация выпускников УЭМИИТ-УрГУПС

ИНН-КПП 6670317893/667001001

ОГРН 1156600001470

620075, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Шевченко, д. 20, помещение 1

Р/с 40703810863010000192

в ПАО КБ «УБРИР» филиал ССБ

к/с 30101810900000000795

БИК 046577795

**Назначение платежа:** «Пожертвование для поддержки научных журналов УрГУПС».

Ваша финансовая поддержка позволит нам увеличить число публикаций, повысить индексы цитирования журнала и наших авторов.

### Уважаемые руководители инновационных компаний и предприятий!

Предлагаем вам услуги по продвижению вашей продукции через сеть Ассоциации выпускников УЭМИИТ-УрГУПС.

Ассоциация выпускников УЭМИИТ-УрГУПС — это кооперация большого числа неравнодушных людей различных сфер деятельности, окончивших наш университет.

Кроме того, предлагаем услуги по подбору молодых специалистов, по организации поиска решений прикладных и научных задач в рамках диссертационных работ, выполняемых в УрГУПС.

Всю необходимую информацию вы можете получить по тел. (343) 221-24-67 или на сайте <http://www.usurt.ru/vypusknikam/assotsiatsiya-vypusknikov-urgups>

<b>Извещение</b>	<p><b>Получатель:</b> Ассоциация выпускников УЭМИИТ-УрГУПС <b>КПП:</b> <u>667001001</u> <b>ИНН:</b> <u>6670317893</u> <b>ОКТМО:</b> <u>65701000</u> <b>Р/сч.:</b> <u>40703810863010000192</u> <b>в:</b> ПАО КБ «УБРИР» филиал ССБ <b>БИК:</b> <u>046577795</u> <b>К/сч.:</b> <u>30101810900000000795</u> <b>Код бюджетной классификации (КБК):</b> _____ <b>Платеж:</b> <u>Пожертвование для поддержки научных журналов УрГУПС</u> <b>Плательщик:</b> _____ <b>Адрес плательщика:</b> _____ <b>ИНН плательщика:</b> _____ <b>№ л/сч. плательщика:</b> _____ <b>Сумма:</b> _____ руб. ____ коп.  Подпись: _____ Дата: «___» _____ 2023 г.</p>
<b>Квитанция</b>	<p><b>Получатель:</b> Ассоциация выпускников УЭМИИТ-УрГУПС <b>КПП:</b> <u>667001001</u> <b>ИНН:</b> <u>6670317893</u> <b>ОКТМО:</b> <u>65701000</u> <b>Р/сч.:</b> <u>40703810863010000192</u> <b>в:</b> ПАО КБ «УБРИР» филиал ССБ <b>БИК:</b> <u>046577795</u> <b>К/сч.:</b> <u>30101810900000000795</u> <b>Код бюджетной классификации (КБК):</b> _____ <b>Платеж:</b> <u>Пожертвование для поддержки научных журналов УрГУПС</u> <b>Плательщик:</b> _____ <b>Адрес плательщика:</b> _____ <b>ИНН плательщика:</b> _____ <b>№ л/сч. плательщика:</b> _____ <b>Сумма:</b> _____ руб. ____ коп.  Подпись: _____ Дата: «___» _____ 2023 г.</p>

**Подписка на 2023 год.**

Подписной индекс в каталоге «Пресса России» — 85022.

Периодичность — 4 номера в год.

ф. СП-1



**АБОНЕМЕНТ** на ~~газету~~  
журнал **85022**  
(индекс издания)

**Инновационный транспорт**

(наименование издания) Количество комплектов:

на 2023 год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
						X	X	X	X	X	X

**Куда** (почтовый индекс) (адрес)

**Кому** (фамилия, инициалы)

**ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА**

на ~~газету~~  
журнал **85022**  
(индекс издания)

**Инновационный транспорт**

(наименование издания)

Стои- мость	подписки	руб. ___ коп.	Количество комплектов:
	переадресовки	руб. ___ коп.	

на 2023 год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
						X	X	X	X	X	X

**Куда** (почтовый индекс) (адрес)

**Кому** (фамилия, инициалы)

# Технические требования и рекомендации к оформлению статей

## 1. Публикация состоит из следующих **обязательных элементов**:

- а) УДК;
- б) Ф. И. О. автора (авторов) (на русском и английском языках);
- в) название статьи (на русском и английском языках);
- г) аннотация (на русском и английском языках);
- д) ключевые слова (на русском и английском языках);
- е) текст статьи;
- ж) библиографический список;
- з) сведения об авторе (авторах): место работы (учебы), ученая степень, ученое звание, должность, почтовый адрес, телефон, e-mail (на русском и английском языках);
- и) портретное фото автора (авторов), представленное в электронном виде отдельным файлом, цветное, высокого качества, в форматах \*.jpg (от 200 Кб), \*.tif (от 1 Мб).

## 2. Материалы подготавливаются в редакторе MS Word.

## 3. Объем статьи не более 15 страниц.

## 4. Список литературы помещается в конце статьи после подзаголовка и оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.100-2018, ГОСТ 7.0.5-2008. Ссылки на литературу в тексте статьи оформляются в квадратных скобках ([3], [3, 4], [3–7]).

## 5. Требования к разметке и форматированию текста.

Поля страницы – по 2 см с каждого края. Страницы должны быть без нумерации. Текст статьи: шрифт Times New Roman, кегль 14; межстрочный интервал

полуторный; выравнивание по ширине; отступ первой строки 1,25 см; расстановка переносов автоматическая. Простые формулы и сочетания символов набираются в текстовом режиме, сложные – при помощи редактора формул Microsoft Equation или MathType и располагаются по центру страницы. Написание букв: русские и греческие буквы (а, б, в, А, Б, В; ε, ω, Ω, Σ), а также цифры и функции (1, 2, 3; I, V, XII; sin, lg, min и др.) пишутся только прямо; латинские буквы (*a, b, c, A, B, N* и пр.) – только курсивом.

**6. Рисунки и таблицы.** Таблицы должны быть снабжены заголовками, а рисунки — подписями. Расположение заголовков: слово «Таблица» — в правый край таблицы; название таблицы располагается по центру над таблицей. В рисунках (диаграммах и графиках) слово «Рис.», номер и название рисунка располагаются по центру набора под рисунком. Расположение таблиц и рисунков — после ссылки на них. Условные обозначения в рисунках и таблицах, если они есть, должны быть расшифрованы в подписи или в тексте статьи.

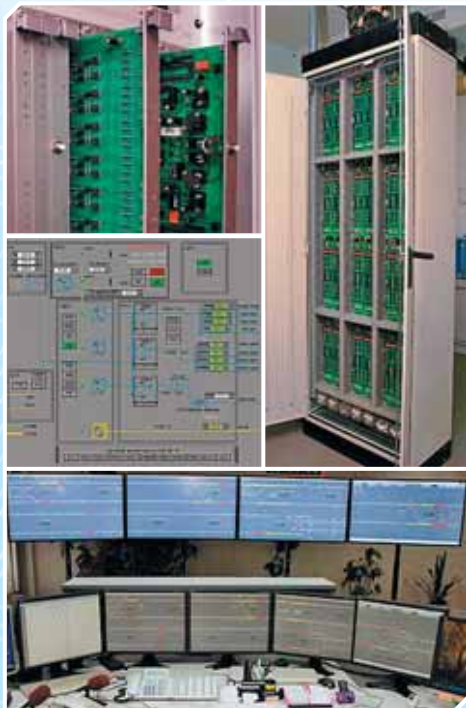
**Рисунки.** Цветные и черно-белые (если нет цветных) иллюстрации принимаются отдельными файлами в форматах \*.jpg (от 300 Кб), \*.tif, \*.bmp (от 2 Мб). Недопустимо использование изображений, взятых из Интернета, размером 5–100 Кб, а также отсканированных версий плохого качества.

**Диаграммы, схемы и таблицы** могут быть представлены в форматах MS Excel, MS Visio, MS Word (сгруппированные). Отдается предпочтение исходным файлам, которые допускают редактирование рисунка. Допускаются изображения, конвертированные в форматы \*.cdr, \*.cmx, \*.eps, \*.ai, \*.wmf, \*.cgm, \*.dwg.

7. Материалы для очередного номера принимаются до 30-го числа первого месяца квартала.

**Подписной индекс издания  
в общероссийском каталоге «Пресса России» — 85022.**





**РАЗРАБОТКА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ВНЕДРЕНИЕ И СОПРОВОЖДЕНИЕ КОМПЛЕКСА СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ**

- ЭЦ-МПК, ЭЦ-МПК-У — релейно-процессорная централизация
- МПЦ-МПК — микропроцессорная централизация
- ДЦ-МПК — диспетчерская централизация
- УЭП-МПК — устройства электропитания
- СТД-МПК — система технической диагностики
- АСУ АРЛМ — автоматизированная система учёта и анализа работы линий метрополитена
- КАС ДУ — комплексная автоматизированная система диспетчерского управления



Наш адрес: 620034, Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66, корпус Б, оф. В3-7  
 Тел./факс: (343) 221-25-23  
 E-mail: [info@nilksa.ru](mailto:info@nilksa.ru). Веб-сайт: [www.nilksa.ru](http://www.nilksa.ru)



## НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

### «СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНТАКТНОЙ СЕТИ»

#### Основные направления работы

- Разработка проектов реконструкции и модернизации контактной сети железнодорожного транспорта.
- Проектирование внешнего электроснабжения до 1000 кВ включительно и внутреннего электроснабжения жилых, общественных и производственных зданий.
- Проведение электротехнической экспертизы оборудования.
- Расчет автоколебаний проводов контактной подвески и взаимодействия различных токоприемников с контактным проводом.
- Научно-исследовательские работы в области совершенствования системы токосъема железнодорожного транспорта.

Заведующий лабораторией: канд. техн. наук, доцент Ковалев Алексей Анатольевич.



Наш адрес: 620034, Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66, оф. В3-03.  
 Тел./факс: (343) 221-25-27.

E-mail: [saprks@mail.ru](mailto:saprks@mail.ru). Веб-сайт: [www.sapr-ks.usurt.ru](http://www.sapr-ks.usurt.ru)

