

ИННОВАЦИОННЫЙ ТРАНСПОРТ

I N N O T R A N S

№ 3 (45)

сентябрь 2022



**Сооружение земляного полотна железных дорог
в сложных инженерно-геологических условиях
с использованием геоячеек «ПРУДОН-494»**

С. 38

Екатеринбург —
главный сухой порт
России

Рельсовый каркас
как основа для развития
агломераций

Анализ работы устройств
компенсации натяжения
проводов контактной подвески



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**

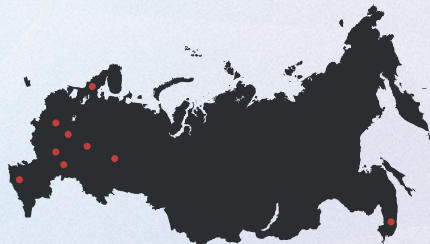
НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ:

- > Цифровая экономика на транспорте
- > ВМ-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

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

Инновационный транспорт (Иннотранс)

Научно-публицистическое издание

№ 3 (45), 2022 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 511,06 руб.

DOI: 10.20291/2311-164X

Подписано в печать 30.09.2022. Дата выхода в свет 30.12.2022

Печать офсетная. Тираж 500 экз. (1-й з-д 1–60). Заказ № 26

Фото на обложке: www.prudon.ru

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения», 2022

© Общероссийская общественная организация «Российская академия транспорта», 2022

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).

Маргарита 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

№ 3 (45), 2022

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 30.09.2022. Date of issue 30.12.2022.

Offset printing. Circulation 500 copies

© FGBOU VO Ural State University of Railway Transport, 2022

© All-Russian Public Organisation "Russian Academy of Transport", 2022

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>Юницкий А. Э., Артюшевский С. В., Гончаров В. В., Цырлин М. И.</i> Оптимизация аэродинамических характеристик высоко- скоростного юнимобили струнного транспорта Юницкого	3
<i>Богусhevич С. А., Самуйлов В. М., Гашкова Л. В., Тактаев В. С.</i> Екатеринбург — главный сухой порт России	12
<i>Тарасов П. И., Фурзиков В. В.</i> Комплексный подход к развитию транспортных систем осваиваемых территорий РФ	17
<i>Журавская М. А., Смородинцева Е. Е.</i> Рельсовый каркас как основа для развития агломерационных проектов	23

Организация производства (транспорт)

<i>Туркина Л. В.</i> Начертательная геометрия и ее роль в истории технического образования в России	31
<i>Зайцев А. А., Артюшенко И. А.</i> Сооружение земляного полотна железных дорог в сложных инженерно-геологических условиях с использованием геоячеек «ПРУДОН-494»	38
<i>Гилев Л. Б., Горда И. Г., Горелов Н. Г., Леонтьев М. А., Ткачева Т. Н., Трофимова О. А.</i> Реконструкция зданий инфраструктуры ОАО «РЖД» в сфере среднего общего образования	42

Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

<i>Ковалёв А. А., Максимов А. А.</i> Анализ работы устройств компенсации натяжения проводов контактной подвески	48
<i>Завадич А. В., Смолянинов А. В.</i> Конструктивные изменения в четырехосных полувагонах с деревянной обшивкой кузова за период изготовления с 1948 по 1949 год	52
<i>Чернышов А. Е., Юшкова И. А.</i> Модель системы плавного бесконтактного (реакторного) регулирования напряжения в среде MATLAB Simulink	57

Эксплуатация автомобильного транспорта

<i>Меженков А. В.</i> Теоретические основы повышения безопасности в транспортной системе города развитием процесса светофорного регулирования	62
--	----

CONTENTS

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

<i>Anatoli E. Unitsky, Sergey V. Artyushevsky, Vladimir V Goncharov, Michael I. Tsyrlin.</i> Aerodynamic optimization of high-speed unimobile of string transport by Unitsky	3
<i>Sergey A. Bogushevich, Valery M. Samuilov, Lyudmila V. Gashkova, Vladimir S. Taktayev.</i> Yekaterinburg is the main dry port of Russia	12
<i>Pyotr I. Tarasov, Vitaly V. Furzikov.</i> An integrated approach to the development of transport systems of the RF areas being reclaimed	17
<i>Marina A. Zhuravskaya, Elena E. Smorodintseva.</i> Rail frame as a basis for the development of agglomeration projects	23

The organization of production (transport)

<i>Larisa V. Turkina.</i> Descriptive geometry and its role in the history of technical education in Russia	31
<i>Andrey A. Zaitsev, Igor A. Artyushenko.</i> Construction of the railway roadbed in complicated engineering and geological environment using «PRUDON-494» geocells	38
<i>Leonid B. Gilev, Ilya G. Gorda, Nikolay G. Gorelov, Maxim A. Leontiev, Tatiana N. Tkacheva, Olga A. Trofimova.</i> Reconstruction of infrastructure buildings of JSC «Russian Railways» in the field of secondary general education	42

Rolling stock, hauling operation and electrification

<i>Alexey A. Kovalev, Andrey A. Maksimov.</i> Analysis of operation of catenary system wire tension of compensation devices	48
<i>Alexey V. Zavadich, Alexander V. Smolyaninov.</i> Structural changes in four-axle gondola cars with wooden body covering manufactured from 1948 to 1949	52
<i>Alexander E. Chernyshov, Irina A. Yushkova.</i> Model of a smooth contactless (reactor) system for regulation of voltage in the MATLAB Simulink environment	57

Operation of motor transport

<i>Artem V. Mezhenkov.</i> Theoretical foundations for improving safety in the urban transport system by developing the process of traffic light regulation	62
--	----

УДК 625.5

DOI:10.20291/2311-164X-2022-3-3-11



Анатолий Эдуардович Юницкий

Anatoli E. Unitsky



Сергей Владимирович Артюшевский

Sergey V. Artyushevsky



Владимир Васильевич Гончаров

Vladimir V Goncharov



Михаил Иосифович Цырлин

Michael I. Tsyrlin

Оптимизация аэродинамических характеристик высокоскоростного юнимобиля струнного транспорта Юницкого

Aerodynamic optimization of high-speed unimobile of string transport by Unitsky

Аннотация

В работе описаны технические решения, направленные на улучшение аэродинамики транспортных средств; представлены конструктивные особенности высокоскоростных моделей транспортных средств в струнном транспорте Юницкого (ЮСТ), их преимущества по аэродинамике и эргономике; предложена конструкция юнимобиля (рельсового электромобиля на стальных колесах), обеспечивающего построение колесного транспортного средства ЮСТ с высокими аэродинамическими характеристиками и обладающего повышенной динамической устойчивостью; описаны подходы к оптимизации размеров основных элементов юнимобиля. Приведенные данные подтверждены результатами аэродинамических испытаний. Результаты исследований положены в основу создания высокоскоростного юнимобиля — унифлэша.

Ключевые слова: струнный транспорт Юницкого, юнимобиль, аэродинамика, кузов, коэффициент аэродинамического сопротивления, динамическая устойчивость юнимобиля, унифлэш.

Abstract

The paper describes technical solutions aimed at improving the aerodynamics of vehicles; the engineering specifics of high-speed models of the vehicles of the string transport by Unitsky (uST), their advantages in aerodynamics and ergonomics are presented; the design of unimobile (steel wheeled electric rail car) is proposed, which ensures the configuration of the wheeled vehicle of uST with advanced aerodynamic characteristics and having improved dynamic stability; the methods of analysis of optimal dimensions of the main elements of the unimobile are indicated. The presented data were proven by the results of aerodynamic tests. The results of the research constitute the foundation for the elaboration of the high-speed unimobile — uniflash.

Keywords: string transport by Unitsky, unimobile, aerodynamics, body, drag coefficient, dynamic stability of unimobile, uniflash.

Авторы Authors

Анатолий Эдуардович Юницкий, председатель совета директоров и генеральный конструктор ЗАО «Струнные технологии», Минск; e-mail: a@unitsky.com | Сергей Владимирович Артюшевский, заместитель генерального конструктора по науке ЗАО «Струнные технологии», Минск; e-mail: s.artushevskiy@unitsky.com | Владимир Васильевич Гончаров, евразийский и белорусский патентный поверенный, начальник патентно-лицензионной службы ЗАО «Струнные технологии», Минск; e-mail: v.goncharov@unitsky.com | Михаил Иосифович Цырлин, канд. техн. наук, ведущий специалист научно-исследовательского отдела ЗАО «Струнные технологии», Минск, email: m.tsirlin@unitsky.com

Anatoli E. Unitsky, Chairman of the Board of Directors and General Designer, Unitsky String Technologies, Inc., Minsk; e-mail: a@unitsky.com | Sergey V. Artyushevsky, Deputy General Designer for Science, Unitsky String Technologies, Inc., Minsk; e-mail: s.artushevskiy@unitsky.com | Vladimir V Goncharov, Eurasian and Belorussian patent attorney, Head of Patent and License Division, Unitsky String Technologies, Inc., Minsk; e-mail: v.goncharov@unitsky.com | Michael I. Tsyrlin, Candidate of Technical Sciences, Leading Specialist of Research Department, Unitsky String Technologies, Inc., Minsk; e-mail: m.tsirlin@unitsky.com

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

Общеизвестно, что продуманная и оптимизированная аэродинамика колесного транспортного средства — важнейший аспект, требующий особого внимания при разработке геометрии его корпуса. В то же время аэродинамика — это целое научное направление, которое зародилось в начале XX века с появлением авиации. С повышением скоростей аэродинамика стала учитываться и в автомобилестроении [1]. Роль аэродинамики для автомобиля знают все. Чем плавнее линии обводов корпуса, тем ниже сопротивление движению и расход топлива. Такое транспортное средство не только экономит энергоресурсы, но и снижает выбросы в окружающую среду вредных веществ. Но это далеко не полный список, инженеры-аэродинамики решают также следующие задачи:

- расчет распределения подъемных сил (отрицательных и положительных) по осям;
- расчет геометрических параметров и места забор и выхода воздуха систем вентиляции и охлаждения;
- доступ внешнего воздуха к узлам и системам, требующим отвода тепла (двигатель, тормозные механизмы и пр.);
- понижение уровня аэродинамических шумов;
- оптимизация геометрии кузовных элементов для обеспечения самоочистки потоками воздуха, что значительно уменьшает загрязнения стекол, оптики и зеркал.

Сила лобового сопротивления направлена в противоположную сторону от направления движения, ее величина пропорциональна площади поперечного сечения S (мидель), плотности среды ρ , безразмерного коэффициента аэродинамического сопротивления C_x и квадрату скорости V :

$$F = \frac{\rho V^2 C_x S}{2}, \text{ Н.} \quad (1)$$

Мощность, требуемая для преодоления силы лобового сопротивления, пропорциональна кубу скорости:

$$W = V \cdot F = \frac{\rho V^3 C_x S}{2}, \text{ Вт.} \quad (2)$$

Уменьшить мидель транспортного средства менее контура сидящего человека невозможно, так как идея двигаться в положении лежа вряд ли будет разумной и не будет востребована рынком. В связи с этим основным направлением улучшения аэродинамики колесных транспортных средств стала оптимизация контуров корпуса, в первую очередь — уменьшение коэффициента C_x . У современных автомобилей он имеет значение 0,26–0,38.

Известны технические решения, направленные на улучшение аэродинамики корпуса транспортного средства, в которых оптимизированы аэродинамиче-

ские характеристики за счет приближения их формы к форме тела вращения с одновременным учетом стилистических и эргономических требований, предъявляемых к ним именно как к транспортным средствам. Современные инженеры-аэродинамики при проектировании обводов корпуса придерживаются классических правил: переднюю и боковые поверхности делают без резких переходов, для избегания срыва потоков, а основные силы сосредоточивают на кормовой части, совершенствуя ее формы и применяя разного вида направляющие дефлекторы.

Однако выполнение требований по улучшению аэродинамики корпуса часто вступает в противоречие с требованиями по его внутренней компоновке и эргономике, что в итоге не позволяет реализовать оптимальное использование внутреннего объема кузова.

Кроме того, известные решения не обеспечивают учет реальных условий эксплуатации, когда транспортное средство расположено в непосредственной близости от дорожного полотна. Это не позволяет добиться минимизации значений коэффициента аэродинамического сопротивления и обеспечить равномерное распределение сил на кузовные элементы из-за паразитного экранного эффекта, ухудшающего аэродинамику в 2–2,5 раза.

Как известно, во время движения транспорта воздушные потоки под его днищем идут по прямой, а сверху поток повторяет контур кузова, проходя таким образом значительно более длинный путь. А так как воздух считается неделимым — скорость верхних потоков выше, чем нижних. Согласно закону Бернулли, чем выше скорость среды, тем ниже давление, следовательно, в нижней части кузова создается область повышенного давления, а в верхней — пониженного. Это приводит к образованию подъемной силы. Ее отрицательное воздействие заключается в том, что она неравномерно распределена по осям, и в то время как передняя ось нагружена давящими на капот и лобовое стекло потоками воздуха, то задняя часть дополнительно разгружена зоной низкого давления, образующейся за транспортным средством. Это приводит к снижению устойчивости автомобиля с увеличением скорости и, как следствие, к склонности к заносам.

Из-за неразрывности связки «автомобиль — дорога» отдельных мер для устранения этого явления конструкторы серийных автомобилей не применяют, поскольку то, что приводит к улучшению C_x , увеличивает и прижимную силу. Например, уменьшение зоны разрежения за транспортным средством снижает подъемную силу, увеличение клиренса и выравнивание дна уменьшает сопротивление движению воздуха и снижает скорость потока, как результат — уменьшение разности давления под и над автомобилем.

Известен ряд патентов [2–8], содержащих описание транспортных модулей для струнного транспорта Юниц-

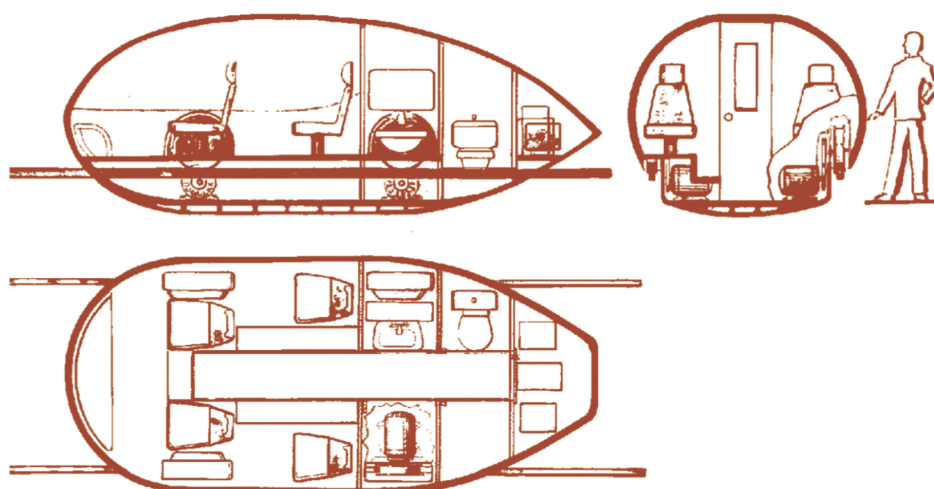


Рис. 1. Высокоскоростной транспортный модуль (вариант)

кого (ЮСТ) — рельсовых электромобилей на стальных колесах, получивших название юнимобиль, в которых рассмотрены и предложены инновационные решения, направленные на улучшение энергетических показателей благодаря снижению потерь, определяемых рядом конструктивных и аэродинамических улучшений. Представленные в данных документах высокоскоростные юнимобили имеют корпус с сопряженными сферообразной передней, каплеобразной средней и конусообразной задней частями. При этом задняя конусообразная часть корпуса выполнена S-образной формы — с образующими, имеющими знакопеременную кривизну для выравнивания верхних и нижних потоков в горизонтальном направлении, что позволяет уменьшить срывы воздуха и перепады давления (рис. 1).

В то же время высокоскоростные юнимобили по патентам [2, 8] содержат выполненные на верхней поверхности кузова два симметричных продольных участка

с отрицательной кривизной поверхности, сопряженных с боковыми и верхней поверхностями кузова (рис. 2), что значительно снизило мидель при сохранении большой вместимости и ширины корпуса. А юнимобили по патентам [3, 6] также содержат аналогичные участки с отрицательной кривизной поверхности, но выполненные в нижней части кузова (рис. 3). Это позволило обеспечить проход человека по центру пассажирского салона с минимизацией высоты основной части корпуса до высоты сидящего в кресле человека.

Такие конструктивные решения, учитывающие эргономику стоящего и сидящего пассажира, направлены на оптимизацию площади поперечного сечения и внутреннего пространства транспортного средства. Несмотря на незначительное ухудшение аэродинамических показателей (в среднем 3–5 %) и увеличение общей площади омываемой поверхности, суммарная сила сопротивления снижается на 20–25 % благодаря уменьшению миделя.

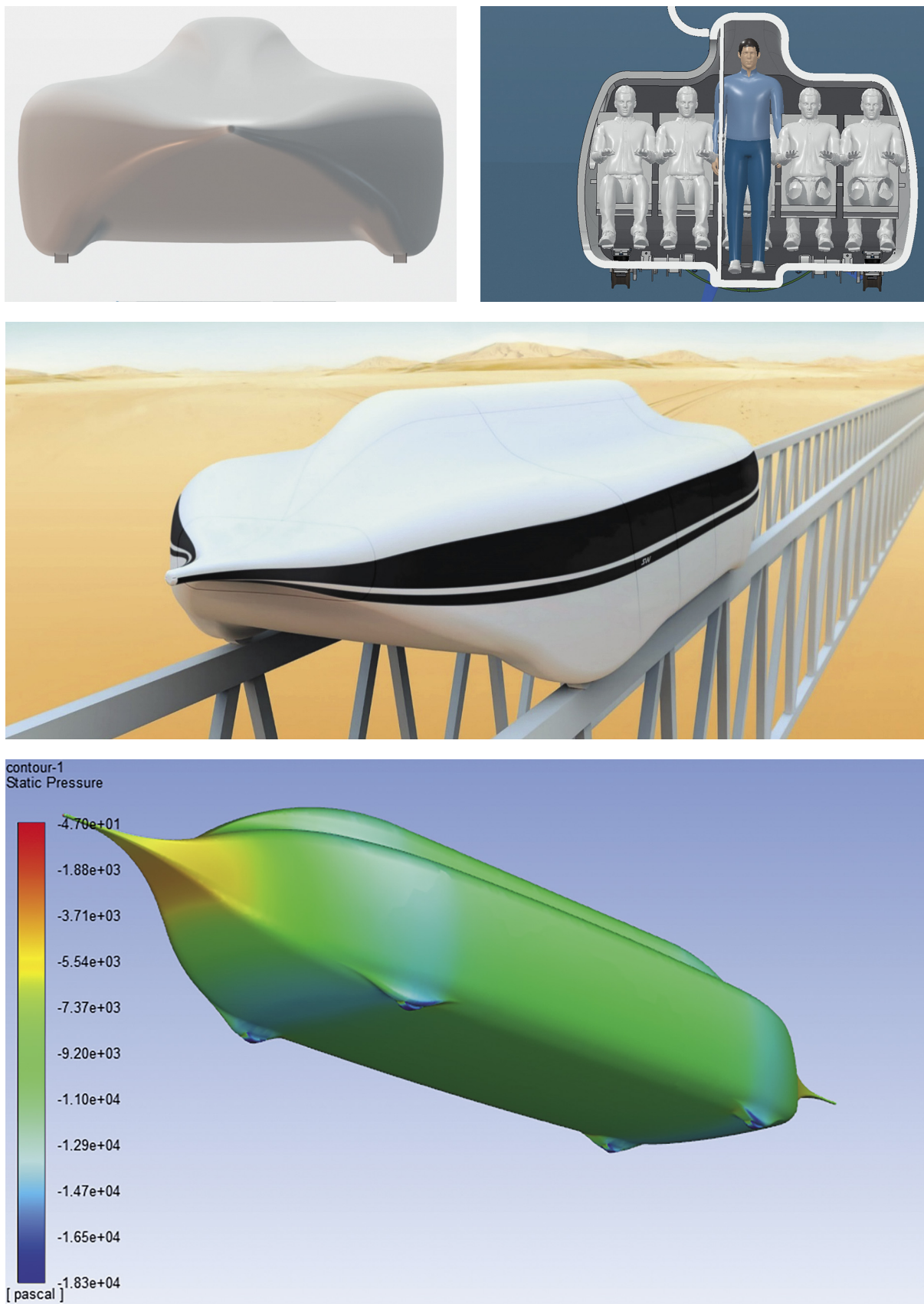


Рис. 2. Высокоскоростной юнимобиль (вариант)

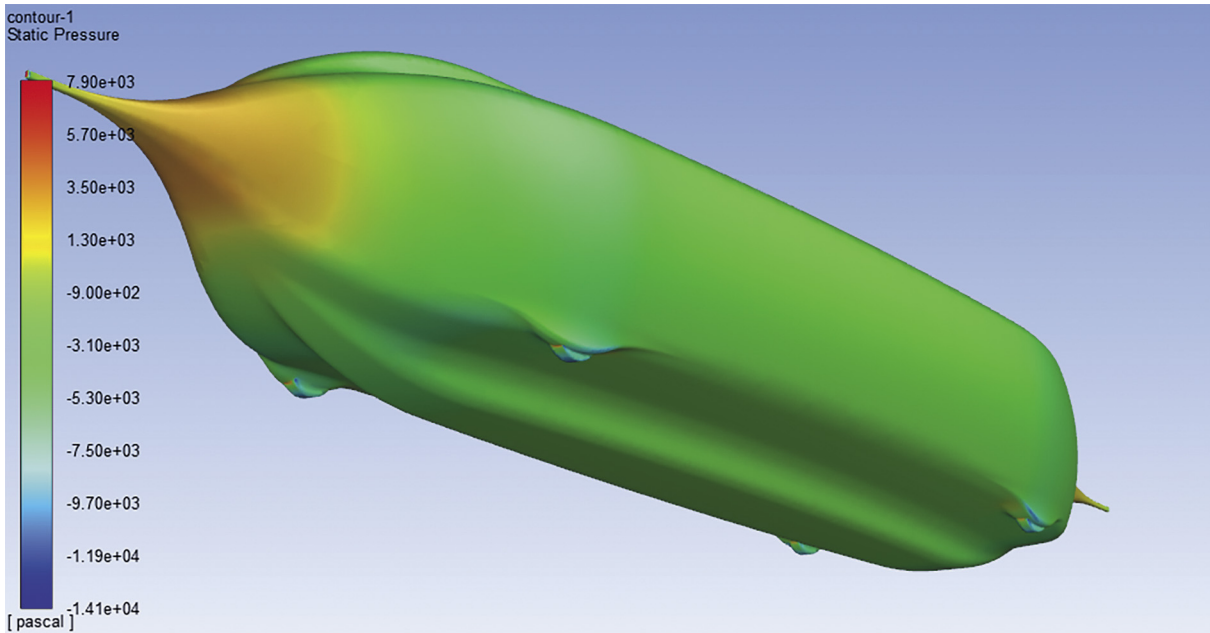


Рис. 3. Высокоскоростной юнимобиль (вариант)

Известные высокоскоростные юнимобили, представленные в патентах [4, 5, 7], характеризуются тем, что, помимо наличия обтекаемой формы, для снижения коэффициента аэродинамического сопротивления и повышения динамической устойчивости кузова этих модулей выполнены с учетом определенных соотношений геометрических параметров входящих в них элементов. Особенностью рельсовых электромобилей по патентам [5, 7] является то, что задняя конусообразная часть их корпуса выполнена по S-образной образующей, имеющей знакопеременную кривизну, а ее поверхность отрицательной кривизны имеет клиновидный профиль, ребро которого образует заднюю кромку кузова, расположенную горизонтально либо вертикально, обеспечивая различные варианты ее очертаний в зависимости от заданного направления усиления устойчивости кузова (рис. 4).

Комплексный подход к улучшению аэродинамических характеристик позволил оптимизировать энергетические показатели по патенту [4], более близкому по форме корпуса к современной модели высокоскоростного юнимобиля (юнифлэша).

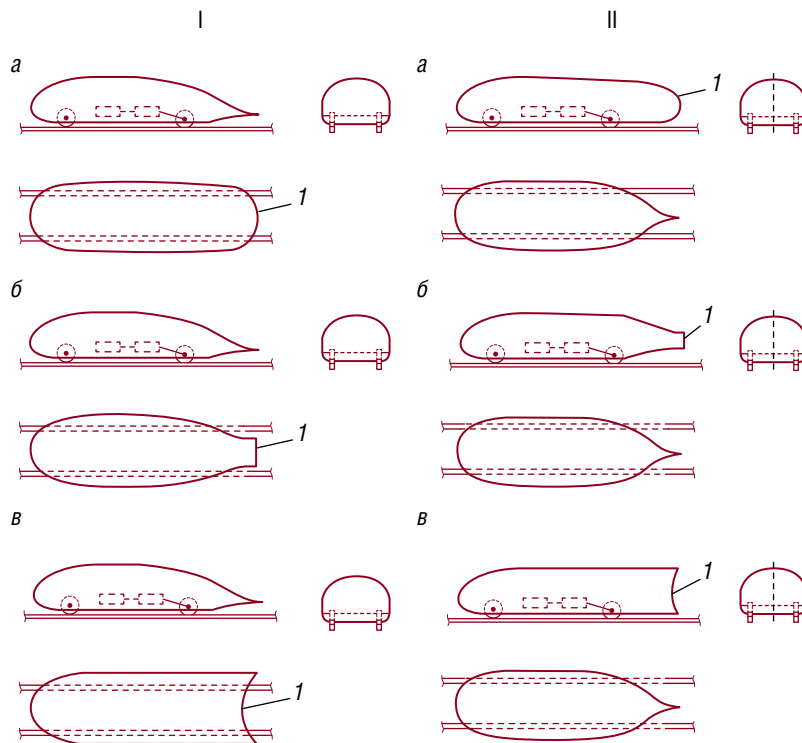


Рис. 4. Высокоскоростной юнимобиль при расположении задней кромки корпуса (1) горизонтально (I) и вертикально (II): 1 — задняя кромка кузова выпуклая (а), прямая (б) и вогнутая (в)

Юнимобиль по патенту [4], предназначенный для использования в ЮСТ в виде поезда, содержит протяженный кузов обтекаемой формы с сопряженными сферообраз-

ной передней, цилиндрической средней и конусообразной задней частями, в котором нижняя поверхность средней части выполнена уплощенной (рис. 5).

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



Рис. 5. Высокоскоростной юнимобиль с протяженным корпусом (вариант)

Необходимо отметить, что рельсо-струнная путевая структура не имеет сплошного полотна (она представляет собой два узких струнных рельса), поэтому не может создать эффект экрана. Но в этом случае экраном может стать близко расположенная поверхность земли (или воды). Только подъем путевой структуры на высоту, превышающую поперечные размеры транспортного средства, позволяет исключить паразитное влияние экранного эффекта и улучшить аэродинамику юнимобиля минимум вдвое.

Экспериментальная продувка в аэродинамической трубе описанных выше инновационных моделей высокоскоростных юнимобилей, проводимая в период с 1994 по 2009 г., показала снижение коэффициента аэродинамического сопротивления до значения $C_x = 0,075$. Для сравнения: одно из самых совершенных из альтернативных наземных колесных транспортных средств имеет минимальное значение $C_x = 0,2$.

Целью дальнейшей работы над совершенствованием высокоскоростных юнимобилей в период 2011–2020 гг. стало повышение их энергетической эффективности за счет снижения потерь, определяемых его аэродинамическими характеристиками, а также улучшения стабилизации движения и расширения модельного ряда подвижных средств в струнном транспорте Юницкого.

Существенные достижения были воплощены в разработке высокоскоростного юнимобиля [9], в котором инновационные признаки, отраженные в патентах [2–8], получили дальнейшее развитие.

Высокоскоростной юнимобиль [9] получил название «юнифлэш», состоит из корпуса обтекаемой формы с плавно переходящими между собой элементами передней и задней частей оболочки, в нижней части которых установлены два ряда колес. Существенное отличие — и носовая, и кормовая части выполнены симметричными относительно друг друга, с вытянутыми криволинейными формами со знакопеременной S-образной кривизной, при этом угол между осью кузова и касательной к образующей в продольном и поперечном сечении переднего и заднего обтекателя кузова должен быть меньше 30° (рис. 6). Эти решения позволили существенно оптимизировать обтекание кузова набегающим воздушным потоком с минимальными значениями сопротивления.

В корпусе юнифлэша осуществлен плавный переход криволинейной образующей передней части корпуса от отрицательного значения к положительному, т.е. от вогнутой формы к выпуклой, и плавный переход криволинейной образующей задней части корпуса в обратном направлении — от положительного к отри-

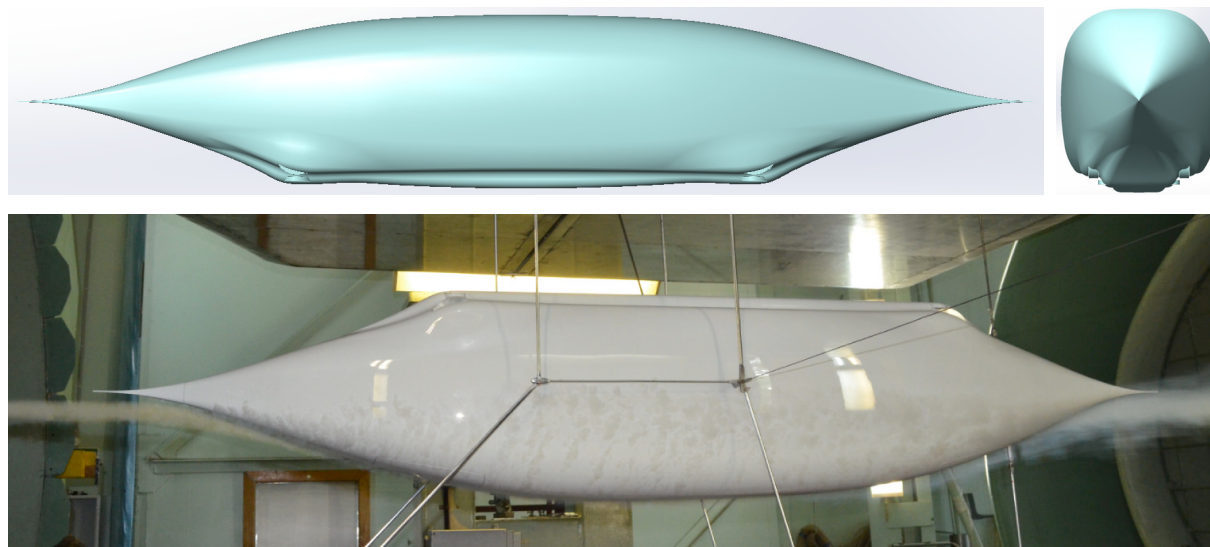


Рис. 6. Юнифлэш на продувке в аэродинамической трубе

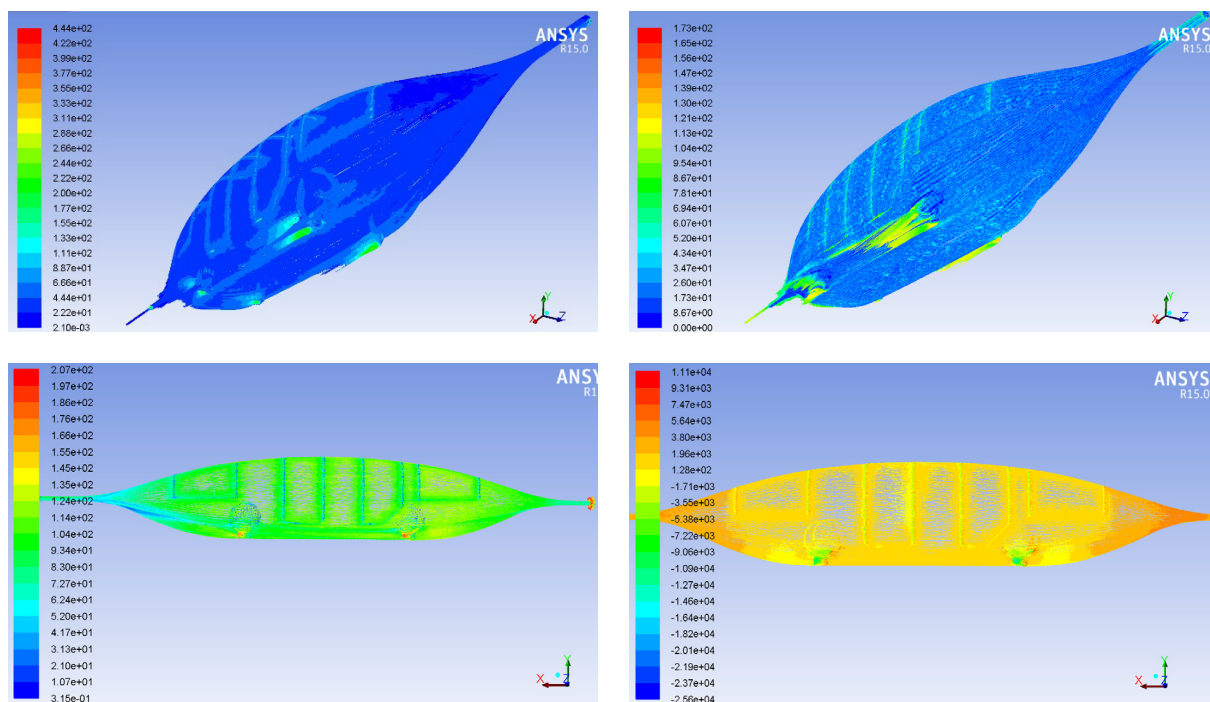


Рис. 7. Результаты оптимизации формы высокоскоростного юнифлэша

цательному. Как показали результаты аэродинамических испытаний, это позволило практически без увеличения габаритной длины корпуса, только за счет устранения скачков градиента давления воздушного потока значительно снизить коэффициент аэродинамического сопротивления.

Оптимизация формы юнифлэша выполнялась с использованием программно-вычислительного комплекса ANSYS Fluid Flow, реализующего метод конечных элементов (рис. 7).

Продувка высокоскоростного юнимобиля в аэродинамической трубе Центрального научно-исследовательского института им. Академика Крылова (г. Санкт-Петербург) в 2017 г. показала значение коэффициента аэродинамического сопротивления, равное 0,06 (рис. 8) [10]. Для сравнения: лучшая аэродинамика среди автомобилей достигалась моделью Volkswagen XL1 со значением коэффициента аэродинамического сопротивления 0,189, которое более чем в три раза хуже показателей высокоскоростного юнифлэша.

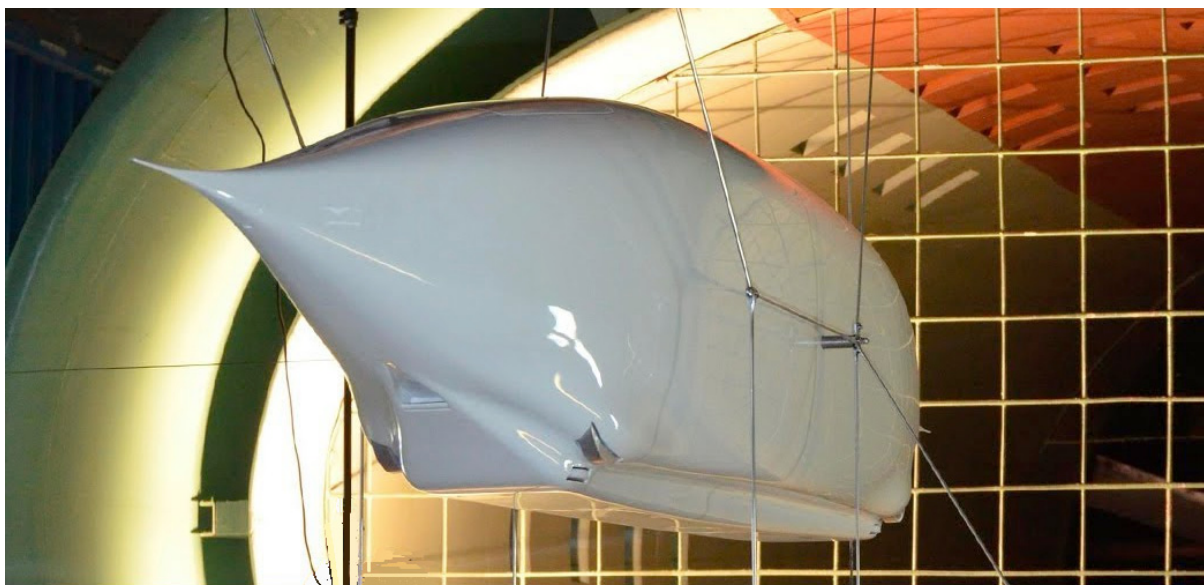


Рис. 8. Испытание юнифлэша в аэродинамической трубе (Санкт-Петербург, РФ, 2017 г.)



Рис. 9. Юнифлэш U4–362 (Innotrans, г. Берлин, Германия, 2018 г.)

В 2018 г. на крупнейшей международной транспортной выставке Innotrans в Берлине был впервые представлен высокоскоростной 6-местный юнифлэш модели U4–362 (рис. 9) [10].

Летом 2019 г. в «ЭкоТехноПарке» (Марьяна Горка, Республика Беларусь) начались первые испытания высокоскоростного юнифлэша. Были протестированы тяговая, тормозная, гидравлическая и пневматическая системы, системы управления и токосъема и многие другие системы и подсистемы (рис. 10).

Для полноценного испытания такого высокоскоростного рельсового электромобиля необходимо строительство тестовой высокоскоростной трассы длиной не менее 20 км, так как для разгона до 500 км/ч нужен путь

длиной около 10 км и такой же длины — для торможения (при штатных ускорениях разгона и торможения). Сейчас руководство компании-разработчика uST Inc. (г. Минск, Республика Беларусь) рассматривает возможность строительства тестовой высокоскоростной трассы в Беларуси и в Объединенных Арабских Эмиратах.

Таким образом, был проведен поиск оптимальных конструктивных решений для снижения аэродинамического сопротивления и минимизации энергозатрат при высокоскоростном перемещении. Пошаговое устранение элементов, существенно влияющих на увеличение силы сопротивления движению, реализовано в запатентованной конструкции высокоскоростного юнимобиля с уникальными аэродинамическими характеристиками — юнифлэша. ИТ



Рис. 10. Юнифлэш на испытаниях в «ЭкоТехноПарке» (г. Марьина Горка, Республика Беларусь, 2019 г.)

Список литературы

1. Хуго В. Г. Аэродинамика автомобиля. М. : Машиностроение, 1987. 424 с.
2. Патент RU 2201368 C1, МПК B62D 35/00. Высокоскоростной транспортный модуль транспортной системы Юницкого / Юницкий А. Э. Заявл. 03.08.2001; опубл. 27.04.2003.
3. Патент RU 2201369, МПК B62D 35/00. Высокоскоростной транспортный модуль транспортной системы Юницкого / Юницкий А. Э. Заявл. 03.08.2001; опубл. 27.04.2003.
4. Патент RU 2203194, МПК B62D 35/00. Высокоскоростной транспортный модуль транспортной системы Юницкого / Юницкий А. Э. Заявл. 03.08.2001; опубл. 27.04.2003.
5. Патент RU 2203195, МПК B62D 35/00. Высокоскоростной транспортный модуль транспортной системы Юницкого / Юницкий А. Э. Заявл. 3.08.2001; опубл. 27.04.2003.
6. Патент EA 003490, МПК B62D 35/00. Высокоскоростной транспортный модуль / Юницкий А. Э. Заявл. 3.08.2001; опубл. 26.06.2003.
7. Патент EA 003533, МПК B62D 35/00. Высокоскоростной транспортный модуль / Юницкий А. Э. Заявл. 3.08.2001; опубл. 26.06.2003.
8. Патент EA 003535, МПК B62D 35/00. Высокоскоростной транспортный модуль / Юницкий А. Э. Заявл. 3.08.2001; опубл. 26.06.2003.
9. Патент EA 031675. Высокоскоростной транспортный модуль (варианты) / Юницкий А. Э. № 201700220; заявл. 23.03.2017; опубл. 28.02.2019.
10. Юницкий А. Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в Космосе / А. Э. Юницкий. Силакрогс : ПНБ принт, 2019. 576 с.

References

1. Hugo V. G. Aerodynamics of a road vehicle. M. : Mechanical Engineering, 1987. 424 p.
2. Patent RU 2201368 C1, IPC B62D 35/00. High-speed transport module of the Yunitskiy transport system / Yunitskiy A. E. Application. 03.08.2001; publ. 27.04.2003.
3. Patent RU 2201369, IPC B62D 35/00. High-speed transport module of the Yunitskiy transport system / Yunitskiy A. E. Application. 03.08.2001; publ. 27.04.2003.
4. Patent RU 2203194, IPC B62D 35/00. High-speed transport module of the Yunitskiy transport system / Yunitskiy A. E. Application. 03.08.2001; publ. 27.04.2003.
5. Patent RU 2203195, IPC B62D 35/00. High-speed transport module of the Yunitskiy transport system / Yunitskiy A. E. Application. 3.08.2001; publ. 27.04.2003.
6. Patent EA 003490, IPC B62D 35/00. High-speed transport module / Yunitskiy A. E. Application. 3.08.2001; publ. 26.06.2003.
7. Patent EA 003533, IPC B62D 35/00. High-speed transport module / Yunitskiy A. E. Application. 3.08.2001; publ. 26.06.2003.
8. Patent EA 003535, IPC B62D 35/00. High-speed transport module / Yunitskiy A. E. Application. 3.08.2001; publ. 26.06.2003.
9. Patent EA 031675. High-speed transport module (variants) / Yunitskiy A. E. No. 201700220; application 23.03.2017; publ. 28.02.2019.
10. Yunitskiy A. E. String transport systems: on Earth and in Space / A. E. Yunitskiy. Silacrogs : PNB print, 2019. 576 p.



**Сергей
Александрович
Богушевич**

Sergey A. Bogushevich



**Валерий
Михайлович
Самуйлов**

Valery M. Samuilov



**Людмила
Вячеславовна
Гашкова**

Lyudmila V. Gashkova



**Владимир
Сергеевич
Тактаев**

Vladimir S. Taktayev

Екатеринбург — главный сухой порт России

Yekaterinburg is the main dry port of Russia

Аннотация

В статье рассматривается новый проект Свердловской области, включающий в себя развитие Свердловской железной дороги и организацию двух транспортно-логистических центров в пределах Свердловского узла, которые вместе образуют главный сухой порт России. Новые ТЛЦ позволят увеличить объемы перевозимых грузов с запада на восток и с востока на запад, а также хранить и производить перегрузку товаров с одного вида транспорта на другой.

Ключевые слова: сухой порт, транспортно-логистический центр (ТЛЦ), Свердловская железная дорога, ТЛЦ «Уральский», ТЛЦ «Седельниково».

Abstract

The article discusses a new project of the Sverdlovsk region, which includes the development of the Sverdlovsk Railway and organization of two transport and logistics centers within the Sverdlovsk hub, which together form the main dry port of Russia. The new TLCs will increase the volume of cargo transported from west to east and from east to west, as well as store and reload cargo from one mode of transport to another.

Keywords: dry port, transport and logistics center (TLC), Sverdlovsk railway, TLC "Uralsky", TLC "Sedelnikovo".

Авторы Authors

Сергей Александрович Богушевич, аспирант гр. ТН-310 Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), начальник производственно-технического отдела железнодорожной станции Екатеринбург-Сортировочный, Екатеринбург; e-mail: Bogushevich96@mail.ru | **Валерий Михайлович Самуйлов**, д-р техн. наук, действительный член РАТ, профессор кафедры «Мировая экономика и логистика» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: samuilov-sv@convex.ru | **Людмила Вячеславовна Гашкова**, канд. экон. наук, доцент, зав. кафедрой «Мировая экономика и логистика» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: LGashkova@usurt.ru | **Владимир Сергеевич Тактаев**, студент гр. ТП-419 Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: koban3136@gmail.com

Sergey A. Bogushevich, Postgraduate student, Gr. TN-310 of Ural State University of Railway Transport (USURT), Head of Production and Technical Department of Yekaterinburg-Sortirovochny railway station, Yekaterinburg; e-mail: Bogushevich96@mail.ru | **Valery M. Samuilov**, Doctor of Technical Sciences, Full Member of the Russian Academy of Sciences, Professor of "World Economy and Logistics" Department of Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg; e-mail: samuilov-sv@convex.ru | **Lyudmila V. Gashkova**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Head of "World Economy and Logistics" Department of Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg; e-mail: LGashkova@usurt.ru | **Vladimir S. Taktayev**, Student, Gr. TP-419 of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg; e-mail: koba3136@gmail.com



Рис. 1. Встреча губернатора Свердловской области Е. В. Куйвашева и начальника Свердловской железной дороги И. Н. Колесникова

21 июля 2022 г. на заседании кабинета министров губернатор Свердловской области Е. В. Куйвашев поручил создать профильную рабочую группу по созданию в регионе транспортно-логистического хаба «Сухой порт» на территории аэропорта Кольцово [1].

Сухой порт — это внутренний терминал, связывающий между собой различные виды транспорта, например, автомобильный, железнодорожный с воздушным сообщением. Данный порт выполняет функции логистического центра для перевалки грузов на внутренних направлениях, а также может принимать грузы на хранение и оказывать услуги по таможенному оформлению товаров.

До 2030 г. Екатеринбург должен стать крупнейшим транспортно-логистическим хабом — главным сухим портом России. Для этого в уральской столице есть все условия:

1. Крупный аэропорт Кольцово — связующее звено с воздушным транспортом, организует логистические цепочки не только внутреннего, но и международного сообщения.

2. Высокоскоростной железнодорожный транспорт — Свердловский узел, включающий в себя такие крупные железнодорожные станции, как Екатеринбург-Пассажирский, Екатеринбург-Сортировочный, Седельниково.

3. Екатеринбург — центр автомобильного сообщения, через который пройдет федеральная высокоскоростная автомобильная трасса Москва — Тюмень (М-12) [2].

Ожидается, что новый транспортно-логистический центр выведет из мегаполиса часть грузовых потоков, повысит скорость и надежность перевозок, снизит эко-

номические издержки и создаст прочную базу для долгосрочного экономического развития Екатеринбургской агломерации [3].

Таким образом, Свердловская область является готовой площадкой для создания транспортно-логистического центра со всей необходимой инфраструктурой. Уже через 8 лет через уральский хаб планируется пропускать до 60 млн т грузов, а к 2035 г. его мощность увеличится до 80 млн т [4]. Все это позволит Екатеринбургу открыть свои ворота на восток.

20 мая 1712 г. Петр I «прорубил окно» в Европу и перенес столицу из Москвы в Санкт-Петербург, сделал этот город первым морским портом Российского государства. Свердловская область сегодня имеет уникальную возможность стать «окном» в Азию, благодаря своему географическому положению и широкой сети автомобильных и железных дорог. Уральский регион играет важную роль во взаимоотношениях нашей страны с Казахстаном, Китаем, Кореей, Вьетнамом и странами Юго-Восточной Азии.

В конце февраля 2022 г. ситуация в стране изменилась, прежние логистические цепочки перестали работать, основные потоки грузов идут на восток, в направлении Китая. В результате Урал оказался в самом выгодном положении по обороту транзитных грузов в новой для нашей страны реальности.

Идея создания сухого порта обсуждалась губернатором Свердловской области Е. В. Куйвашевым и начальником Свердловской железной дороги И. Н. Колесниковым во время рабочего визита в Нижний Тагил (рис. 1).



Рис. 2. Посещение губернатором распределительного центра сети X5 Group «Чижик»

По плану логистическая инфраструктура будет преобразована в главный сухой порт страны. Уральский регион в перспективе станет транспортным хабом, выполняющим функции перегрузочного и сортировочного центра [5].

В ноябре 2022 г. сухой порт должен принять первый груз. Начальник Свердловской железной дороги И. Н. Колесников полностью поддержал идею стать партнером проекта и принять активное участие в привлечении новых логистов для организации крупных логистических цепочек. Он подчеркнул, что железная дорога готова выполнить все поставленные губернатором задачи.

В рамках реализации проекта сухого порта в Екатеринбурге открыли мультиформатный распределительный центр компании X5 Group, площадь которого составляет 18,7 тыс. м² (рис. 2). Инвестиции в данный проект оценивают примерно в 620 млн рублей. Как сообщили в департаменте информационной политики региона, поставку продукции в распределительный центр планируют более 200 компаний, на площадке логистического комплекса будет храниться весь перечень имеющихся продуктов, работу центра будут обеспечивать 200 сотрудников [6].

Свердловская область входит в пятерку регионов России по обороту розничной торговли. За 2021 г. этот показатель составил 1,2 трлн рублей. На территории области работает около 27 тыс. объектов розничной и оптовой торговли. Развитие транспортно-логистического

центра привлечет новые компании и создаст условия для расширения бизнеса постоянных партнеров. В результате появятся новые рабочие места, уменьшится уровень безработицы в регионе, каждый житель области, независимо от места проживания и уровня дохода, будет обеспечен качественными и доступными продуктами.

Для реализации проекта «Сухой порт» в Екатеринбурге планируется построить два транспортно-логистических центра — ТЛЦ «Уральский» и ТЛЦ «Седельниково».

ТЛЦ «Уральский» будет размещен на участке в 100 гектаров в Калиновском микрорайоне недалеко от озера Шарташ. Инициатор проекта и собственник земли — ООО «Екатеринбургский транспортный терминал» (ЕТТ) во главе с Сергеем Кирсановым [7]. Авторы идеи сообщают, что в транспортно-логистический центр «Уральский» планируется включить элементы железнодорожной, терминальной и складской инфраструктуры (рис. 3). ТЛЦ будет принимать на себя часть грузопотоков: продовольствие, стройматериалы, мебель, бытовую технику.

Между Челябинским трактом и ЕКАД построят гигантский транспортно-логистический центр «Седельниково» (рис. 4). Он будет настолько большим, что его территорию можно сопоставить с населенным пунктом Большое Седельниково. Не считая складов и разгрузочных площадок, там планируют разместить бизнес-центр, автозаправку, котельную и даже собственное пожарное депо, чем может похвастаться не каждый поселок. Логопарк возведут до 2024 г. Основная часть центра бу-

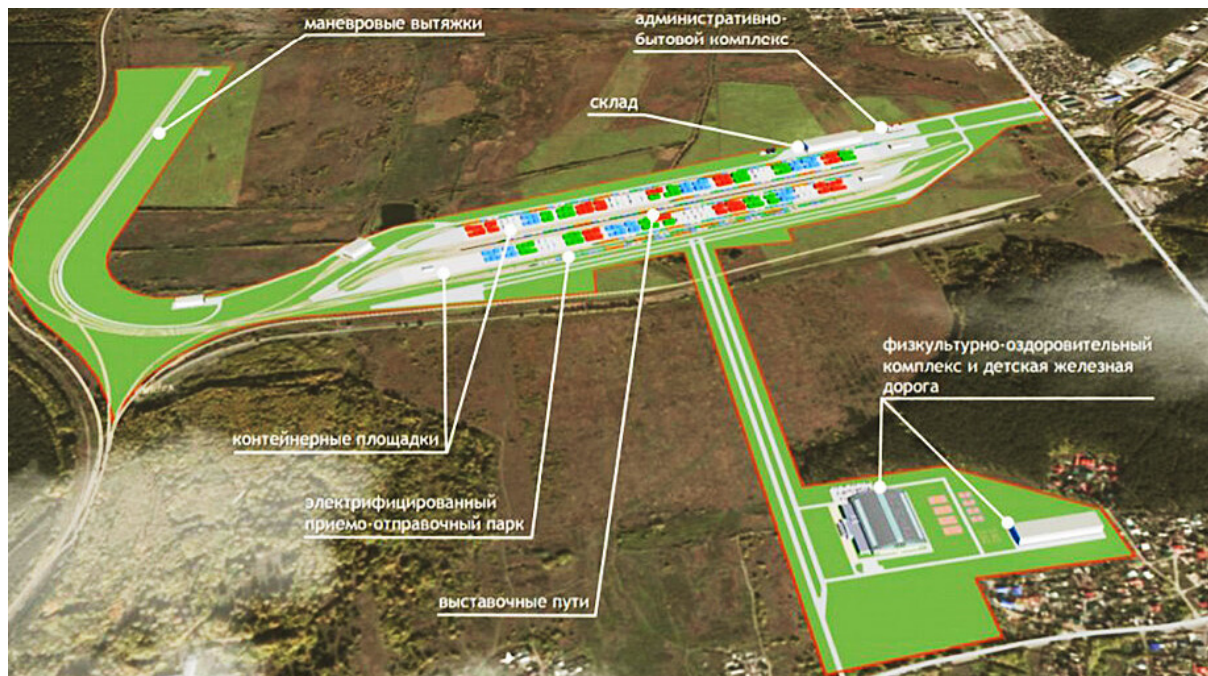


Рис. 3. Проект ТЛЦ «Уральский»

дет располагаться на территории Сысертского городского округа возле железнодорожной станции Седельниково, откуда протянут железнодорожные пути в ТЛЦ. Сейчас станция только пропускает поезда без переработки грузов, но после строительства логопарка планируется ее расширение. На севере центр примыкает к планируемому южному обходу Екатеринбурга, который войдет в проектируемую часть ЕКАД. Строительство такого большого логопарка, по мнению проектировщиков, выгодно близлежащим городам и поселкам, Свердловской области в целом, ОАО «РЖД» и компаниям, которые станут резидентами ТЛЦ [8].

8 сентября 2022 г. Президент России В. В. Путин и губернатор Свердловской области Е. В. Куйвашев запустили движение по заключительному участку трассы ЕКАД, соединяющему Челябинский тракт с Полевским, который свяжет ТЛЦ с основными трассами в обход города. Теперь грузы будут доставляться до транспортно-логистического центра «Седельниково» железнодорожным транспортом от станции Седельниково и автомобильным транспортом по высокоскоростной трассе М-12 Москва — Тюмень, М-5 «Урал» и далее по южному обходу Екатеринбурга (ЕКАД) (рис. 5) [2].

Основная часть грузов, идущих в транспортно-логистические центры, будет проходить через мощнейшую внеклассную сортировочную станцию Екатеринбург-Сортировочный. Эта станция, расположенная в Екатеринбурге, — одна из важнейших на Свердловской железной дороге, так как находится на главном ходу Транссибирской магистрали и связывает транспортным коридором запад и восток нашей страны. Развитие транспор-



Рис. 4. Проект ТЛЦ «Седельниково»



Рис. 5. Южный обход Екатеринбурга по обновленному участку ЕКАД

тно-логистического центра в районе аэропорта Кольцово будет способствовать увеличению грузопотока через постоянно развивающуюся железнодорожную станцию Екатеринбург-Сортировочный и позволит постепенно наращивать пропускные и провозные способности станции. В работе [9] были исследованы возможности ускорения процесса обработки транзитных поездов на станции Екатеринбург-Сортировочный для увеличения скорости доставки грузов до транспортно-логистических центров, расположенных вблизи станции.

Таким образом, в ближайшем будущем Екатеринбург и Свердловская железная дорога станут главным сухим портом России. Плюсы от реализации проекта:

- значительное увеличение объемов перевозимых грузов;
- приток новых, качественных товаров с меньшей себестоимостью перевозок;
- приток инвестиций в Свердловскую область;
- появление новых рабочих мест и снижение уровня безработицы. **ИТ**

Список литературы

1. Новый транспортно-логистический хаб «Сухой порт» появится в районе аэропорта Кольцово // Официальный сайт «ОТВ: Свердловское областное телевидение». URL: <https://www.obltv.ru/news/economy/novyy-transportno-logisticheskij-khab-sukhoj-port-poyavitsya-v-rayone-aeroporta-koltsovo>.
2. Богусевич С. А., Самуилов В. М., Неволин Г. Д., Леушин В. А. Скоростная автомобильная дорога Москва — Тюмень: перспективы и этапы строительства // Инновационный транспорт. 2022. № 1 (43). С. 3–7. ISSN 2311–164X.
3. В Екатеринбурге появится «Сухой порт» // Официальный сайт «УралИнформБюро». URL: <https://www.uralinform.ru/news/economy/352778-v-ekaterinburge-poyavitsya-suhoi-port>.
4. Проект «Сухой порт» в Екатеринбурге: до 1 августа будет создана рабочая группа // Официальный сайт «Промышленно-энергетический форум». URL: <https://expert-ural.com/news/proekt-suhoy-port-v-ekaterinburge-do-1-avgusta-budet-sozdana-rabochaya-gruppa.html>.
5. В Свердловской области разрабатывают проект «Сухой порт» // Официальный сайт «ОБЛГАЗЕТА.RU». URL: <https://www.oblgazeta.ru/society/auto/137178>.
6. В рамках «сухого порта» в Екатеринбурге открылся распределительный центр жесткого дискаунтера «Чижик» // Информационный онлайн-ресурс JustMedia. URL: <https://www.justmedia.ru/news/society/v-ramkakh-sukhogo-porta-v-yekaterinburge-otkrylsya-raspredelitelnyy-tsentr-zhestkogo-diskauntera-chizhik>.
7. Транспортно-логистический центр «Уральский». URL: <https://tlc-uralskiy.ru/>
8. Под Екатеринбургом построят гигантский логопарк размером с целый поселок // Сетевое издание «Е1.RU Екатеринбург Онлайн». URL: <https://www.e1.ru/text/realty/2021/04/07/69852296>.
9. Богусевич С. А., Самуилов В. М., Гашкова Л. В. Анализ основных проблем по обработке транзитных поездов на внеклассной сортировочной станции Екатеринбург-Сортировочный // Инновационный транспорт. 2021. № 1 (39). С. 45–49. ISSN 2311–164X.

References

1. A new transport and logistics hub “Dry Port” will emerge in the area of Koltsovo airport // Official website of “OTV: Sverdlovsk Regional Television”. URL: <https://www.obltv.ru/news/economy/novyy-transportno-logisticheskij-khab-sukhoj-port-poyavitsya-v-rayone-aeroporta-koltsovo>.
2. Bogushevich S. A., Samuilov V. M., Nevolin G. D., Leushin V. A. High-speed highway Moscow – Tyumen: prospects and stages of construction // Innovative Transport. 2022. No. 1 (43). P. 3–7. ISSN 2311–164X.
3. A “Dry port” will appear in Yekaterinburg // The official website of the Uralinform Bureau. URL: <https://www.uralinform.ru/news/economy/352778-v-ekaterinburge-poyavitsya-suhoi-port>.
4. The Dry Port project in Yekaterinburg: a working group will be created by August 1 // Official website of the Industrial and Energy Forum. URL: <https://expert-ural.com/news/proekt-suhoy-port-v-ekaterinburge-do-1-avgusta-budet-sozdana-rabochaya-gruppa.html>.
5. The project “Dry port” is being developed in the Sverdlovsk region // Official website “OBLGAZETA.RU”. URL: <https://www.oblgazeta.ru/society/auto/137178>.
6. Within the framework of the “dry port” in Yekaterinburg, the distribution center of the hard discounter “Chizhik” was opened // Online information resource JustMedia. URL: <https://www.justmedia.ru/news/society/v-ramkakh-sukhogo-porta-v-yekaterinburge-otkrylsya-raspredelitelnyy-tsentr-zhestkogo-diskauntera-chizhik>.
7. Transport and logistics center “Uralskiy”. URL: <https://tlc-uralskiy.ru/>
8. A giant logopark the size of an entire village will be built near Yekaterinburg // Online publication “E1.RU Yekaterinburg Online”. URL: <https://www.e1.ru/text/realty/2021/04/07/69852296>.
9. Bogushevich S. A., Samuilov V. M., Gashkova L. V. Analysis of the main problems of processing transit trains at the non-standard sorting station Yekaterinburg-Sortirovochny // Innovative Transport. 2021. No. 1 (39). P. 45–49. ISSN 2311–164X.



**Петр Иванович
Тарасов**

Pyotr I. Tarasov



**Виталий Витальевич
Фурзиков**

Vitaly V. Furzikov

Комплексный подход к развитию транспортных систем осваиваемых территорий РФ

An integrated approach to the development of transport systems of the RF areas being reclaimed

Аннотация

Освоение новых территорий непосредственно связано с организацией транспортной системы. Комплексный подход охватывает все аспекты создания транспортной системы в жизненном цикле, касающиеся людей, транспорта, инфраструктуры, процессов, происходящих в системе, которые удовлетворяют ее потребностям. Применение комплексного подхода к организации транспортной системы позволит сократить сроки освоения новых территорий.

Ключевые слова: транспортный коридор, транспортная система, инфраструктура, новые виды транспорта, энергоресурсы, энергоносители.

Abstract

The development of new areas is directly related to organization of the transport system. An integrated approach covers all aspects of the creation of the transport system in the life cycle, concerning people, transport, infrastructure, processes occurring in the system which comply with its requirements. Application of the integrated approach to organization of the transport system will reduce the time for reclamation of the new areas.

Keywords: transport corridor, transport system, infrastructure, new modes of transport, energy resources, energy carriers.

Авторы Authors

Петр Иванович Тарасов, действительный член Академии горных наук, зам. директора по научной работе ООО «Перспектива-М», Екатеринбург | Виталий Витальевич Фурзиков, начальник бюро ООО «Уральский дизель-моторный завод», Екатеринбург

Pyotr I. Tarasov, Full member of the Academy of Mining Sciences, Deputy Director of Scientific Operations of LLC "Perspektiva-M", Yekaterinburg | Vitaly V. Furzikov, Head of Bureau of "Ural Diesel Engine Plant" LLC, Yekaterinburg

Исторически при освоении новых территорий возникает необходимость развития транспортной системы. Вдоль проложенных транспортных путей появляются новые населенные пункты, а затем, в основном в районе разработки полезных ископаемых, начинается заселение и освоение всей территории.

Первыми транспортными путями в истории освоения новых территорий были водные пути (речные и морские). Но зависимость от водного транспорта сужает диапазон осваиваемых территорий, т. е. без развития сухопутной транспортной системы дальнейшее освоение территории невозможно. Средний эффективный радиус зоны влияния эксплуатируемых объектов инфраструктуры оценивается в 100–150 км [1]. Необходимо, чтобы транспортные коридоры с их инфраструктурой прокладывались с учетом попадания в зону их влияния всех перспективных для разработки месторождений.

Все виды транспорта (автомобильный, железнодорожный, водный, воздушный и др.) требуют развития инфраструктуры, ее своевременного обслуживания, поэтому задача освоения новых территорий и развитие транспортной системы взаимосвязаны.

В XXI веке освоение новых территории РФ касается прежде всего районов Крайнего Севера, Восточной Сибири, Якутии. Две трети совокупного богатства арктической зоны находится на территории РФ [2]. Огромные запасы углеводородов и биоресурсов предполагают промышленные масштабы производства, что повлечет за собой увеличение объемов перевозки грузов и, как следствие, развитие транспорта и транспортной инфраструктуры. Существующая в настоящее время транспортная система слабо развита: автомобильный и железнодорожный транспорт в некоторых районах отсутствует, водный транспорт зависит от навигационного периода, воздушные перевозки очень дороги.

Железнодорожные перевозки являются наиболее перспективными в плане грузооборота и стоимости, особенно в условиях сурового климата и на огромных территориях. Железнодорожный транспорт способен обеспечить надежные, эффективные и экономически рентабельные перевозки грузов и пассажиров на большие расстояния. Соответственно, необходим комплексный подход к развитию совмещенных (автомобильных и железнодорожных) транспортных систем этих территорий, а подтвержденные разведанные месторождения полезных ископаемых являются главным аргументом для реализации проекта.

Основная проблема проекта по созданию транспортной системы — отсутствие развитой инфраструктуры. При этом возникает замкнутый круг: отсутствие транспортной системы не позволяет создавать инфраструктуру для развития транспорта. Решением этой проблемы является создание программы по освоению новых территорий с финансированием из федерального бюджета.

Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 г. подразумевает развитие транспортных систем в следующих основных направлениях [3]:

1. Создание единого транспортного пространства.
2. Обеспечение доступности и качества транспортно-логистических услуг. Качественное изменение видов транспорта позволит развиваться инфраструктуре удаленных территории (Белкомур, Баренцкомур, Северный широтный ход, Северный морской путь и т. д.).
3. Обеспечение доступности и качества транспортных услуг для населения в соответствии с социальными стандартами.
4. Интеграция в мировое транспортное пространство.
5. Повышение уровня безопасности транспортной системы.
6. Снижение негативного воздействия транспортной системы на окружающую среду.

На рис. 1 представлена схема транспортной системы в обеспечивающей ее системе и окружающей среде.

Транспортная система не строится только ради самой себя, она необходима для обеспечения целевой задачи. В настоящее время опыт в освоении арктических территорий, который необходимо перенимать, имеется по северным районам европейской части Российской Федерации (Мурманская, Архангельские области, Ямало-Ненецкий, Ханты-Мансийский АО и т. д.). А создание необходимых транспортных выходов от Транссибирской магистрали к Северному морскому пути позволит сформировать целостную транспортную систему восточной части РФ и реализовать потенциал этих территорий через выход к перспективным рынкам сбыта.

При комплексном развитии территорий необходимо в первую очередь определиться с видом транспорта в зависимости от целевого использования: проведения строительных работ, открытых горных работ, вывозных, грузо- и пассажироперевозок и т. д.

Энергоресурсы и энергоносители

При развитии новых территорий остро встает вопрос о выборе энергоносителя. К примеру, при освоении районов Восточной Сибири, Якутии и Крайнего Севера обеспечение транспортной системы топливом нефтяного происхождения имеет существенные минусы: стоимость логистики и ограничение возможности объемов поставок. Альтернативным вариантом энергоносителя для данных районов является применение природного газа [4]. Таким образом, для развивающихся территорий, в которые затруднена доставка энергоносителей, необходимо проводить поиск местных месторождений природного газа и, следовательно, перевод транспорта на работу на данном виде топлива. Кроме того, на местном энергоносителе должна работать энергосистема агломерации (электростанции, отопление).

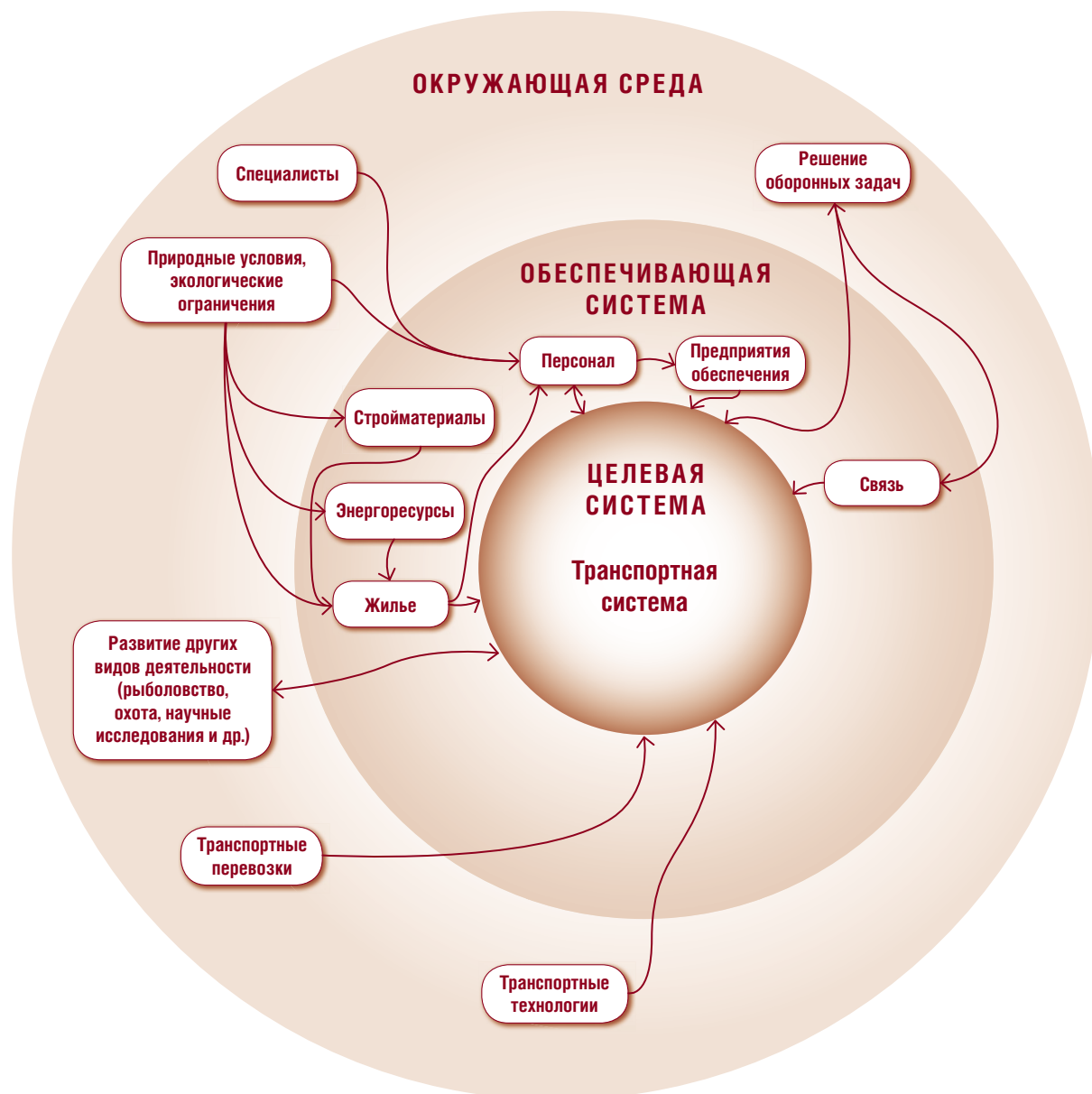


Рис. 1. Транспортная система в обеспечивающей ее системе и окружающей среде

Жилье и объекты соцкультбыта. Инженерные сети

Развитие транспортной системы ведет к развитию населенных пунктов, росту занятости и численности населения. Все это потребует строительства жилых комплексов и объектов соцкультбыта. Авторы предлагают на первом этапе становления населенного пункта использовать блочные конструкции жилых модулей, произведенные на развитых территориях. В дальнейшем, исходя из экономической целесообразности, можно использовать строительные материалы местного происхождения. Новое строительство, создание производств и рабочих мест позволит привлечь инвестиции в новые территории.

Персонал

Комплексный подход для обслуживания объединенной транспортной системы и ее инфраструктуры позволит сократить численность обслуживающего персонала. Населенные пункты вдоль новых транспортных коридоров можно расположить на больших расстояниях друг от друга. Передвижение пригородного пассажирского поезда состава будет возможным на расстоянии до 500 км вместо существующих в настоящее время 200 км, за счет удаления остановочных пунктов. Развитие транспортной системы позволит обеспечить освоенные территории трудовыми ресурсами, а в социальном аспекте — занятость трудоспособного населения и экономическое развитие населения.

Стройматериалы

Развитие инфраструктуры невозможно без обеспечения строительными материалами и конструкциями. Для строительства локальных объектов можно применять материалы местного производства, например, использовать для строительства дорожных насыпей автомобильных, железнодорожных путей, площадок для аэропортов пустую породу с горно-обогатительных комбинатов.

Ликвидация отвалов горных пород, содержащих миллиарды тонн пустой породы, кроме всего прочего решает экологическую проблему и сокращает затраты на содержание отвалов.

В первый период строительства железных дорог можно использовать специальную строительно-экспедиционную железную дорогу, имеющую многозвенную структуру транспортного средства малой грузоподъемности каждого звена, с применением перспективного и недорогого транспорта.

Для освоения и развития новых территорий авторы предлагают идею строительного кругооборота пустой породы (рис. 2).

Связь

В транспортных системах (особенно на железнодорожном транспорте, с увеличением скорости движения составов) особое значение будет иметь скоростная связь (интернет, телефония, теле- и радиовещание). Строительство транспортного коридора в освоенные территории позволит организовать магистральную сеть связи, т.е. транспортную телекоммуникационную инфраструктуру для предоставления услуг связи.

Предприятия по обслуживанию транспортной системы

С ростом числа единиц различного транспорта и его видов возникает необходимость в создании предприятий по обслуживанию (депо, гаражи, ремонтные заводы и т.д.). Наличие всех предыдущих элементов обеспечивающей системы (персонал, энергоресурсы, инженерные сети и т.д.) позволит организовать такие обслуживающие предприятия.



Рис. 2. Строительный кругооборот

Транспорт

Транспорт, который применяется в разрабатываемой системе, делится на два вида: основной и технологический. Основной транспорт используется непосредственно в транспортной системе (железнодорожный, автомобильный, воздушный, водный), технологический работает в обеспечивающей системе (дорожно-строительный, карьерный, вспомогательный и т.д.).

Особое значение имеет применение низкочастотных и перспективных видов транспорта. Каждый вид транспорта использует определенное топливо, но с учетом трудности и высокой стоимости доставки его в удаленные районы (особенно в период становления инфраструктуры) возникает необходимость использования альтернативных видов топлива. В пределах труднодоступных районов, не имеющих устойчиво действующих транспортных систем, превышение стоимости привозного топлива может быть более чем двукратным по сравнению с общероссийскими показателями [5]. С учетом постоянного роста цен на нефть и сокращения ее мировых запасов возникает необходимость перехода на альтернативные виды топлива.

В работах [6, 7] авторы предлагают разрабатывать и применять новые виды транспорта для освоения северных и арктических территорий России: специальную железную дорогу, снегоболотоходы, транспорт на воздушной подушке, автопоезда, газотурбовозы, троллейвозы.

Решение оборонных задач

При создании транспортных систем необходимо учитывать вопросы национальной безопасности северных границ Российской Федерации, поэтому транспортная система должна включать авиационный, морской, автомобильный и железнодорожный транспорт.

Выводы

Таким образом, для обеспечения ускоренной транспортной доступности удаленных территорий необходимо:

1) комплексное решение с использованием отечественных технологий, оборудования и транспорта при освоении удаленных территорий;

2) создание привлекательной для жизни и труда территории, а это возможно при реализации программы развития инфраструктуры и связи осваиваемых северных территорий с южными регионами и странами мира;

3) совершенствование и разработка новых видов транспорта с учетом условий осваиваемых территорий.

Россия как страна с крупнейшими запасами природных ресурсов, расположенных в труднодоступных районах, не сможет обойтись без развитой транспортной системы. При грамотном подходе к использованию этих

ресурсов можно вывести экономику РФ в мировые лидеры, повысить благосостояние своих граждан.

Анализ проблем освоения территорий от Урала до Тихого океана показывает, что на горных предприятиях скопилось миллиарды тонн горных пород в отвалах, которые создают ряд проблем обществу: занятость полезных земель, загрязнение экологии почвы, воды и атмосферы (пыль, газ) и т.д.

При строительстве железнодорожных путей возникает острая необходимость в добыче грунта вдоль всей трассы, что приводит к разработке большого количества карьеров. Из-за отсутствия в этой зоне нефтеперерабатывающих заводов нефтяное топливо приходится привозить издалека, в то же время в рассматриваемом регионе находится значительное количество месторождений природного газа, который можно использовать в качестве моторного топлива.

Потребуется создание транспортных средств на различных движителях (колесные, гусеничные, железнодорожные, на воздушных подушках и т.д.) значительно большей мощности, чем в настоящее время, и с грузоподъемностью до 500–600 тонн.

Все эти факторы можно рассматривать как комплексный подход к освоению северных и арктических территорий Российской Федерации.

С учетом проблем, возникших при введении санкций США в отношении РФ, преимущества, связанные с созданием союзного государства Россия — Белоруссия, очевидны. В рамках комплексного подхода в союзном государстве Россия — Белоруссия необходимо создать кластер по разработке энергосиловых установок (ДВС и комбинированные энергосиловые установки) для всех видов и типов транспортных средств (карьерного, железнодорожного, речного и морского транспорта), которые при эксплуатации позволяют перемещать грузы экономически выгодно на значительные расстояния, в том числе при строительстве транспортных коридоров (авторами подготовлено более 30 патентов).

По мнению авторов, комплексный подход к развитию транспортной системы в осваиваемых территориях заключается в том, что пустые породы из отвалов карьеров можно использовать не только для транспортных коридоров, но и при строительстве аэропортов, освоения площадей, занятых морями, озерами и болотами.

В качестве примера авторы данной работы предлагают с целью создания двигателей для карьерного транспорта организовать творческий комплексный коллектив под научным руководством УрО РАН, включающий ИГД УрО РАН, институт экономики УрО РАН, УрФУ, УГГУ, УрГУПС, Национальную академию наук республики Беларусь, ОАО «БЕЛАЗ», ООО «УДМЗ», Качканарский ГОК. Научный коллектив сможет решать вопросы энергосиловых установок для карьерных автосамосвалов при их эксплуатации на открытых горных и земляных работах, включая транспортные коридоры, а также другие проблемы освоения новых территорий. **ИТ**

Список литературы

1. Гетман А. В. О необходимости развития транспортной инфраструктуры в Заполярье на примере Ненецкого автономного округа // Транспорт Российской Федерации. 2008. № 3–4 (16–17). С. 12–15. ISSN 1994–831X.
2. Подсветова Т. В. Транспортная составляющая экономики Арктики // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. 2014. Т. 17. № 3. С. 552–555. ISSN 1560–9278.
3. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 г. Проект. Москва, 2013 г. URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/7/2812>.
4. Тарасов П. И., Хазин М. Л., Фурзиков В. В. Природный газ — перспективное моторное топливо карьерного автотранспорта для районов Севера // Горная промышленность. 2016. № 6 (130). С. 51–52. ISSN 1609–9192.
5. Биев А. А., Шпак А. В. Проблемы нефтепродуктообеспечения Арктических регионов России // Проблемы развития территории. 2017. № 2 (88). С. 51–62. ISSN 2076–8915.
6. Тарасов П. И., Зырянов И. В., Хазин М. Л. Новые специализированные виды транспортных средств для Арктики // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2018. № 3. С. 136–147. ISSN 0236–1493.
7. Тарасов П. И., Тихомиров А. Ю., Зырянов И. В. Особенности конструкции специализированных транспортных средств для освоения северных и арктических территорий России // Горная промышленность. 2015. № 5(123). С. 64. ISSN 1609–9192.

References

1. Hetman A.V. In regards to the demand for development of the transport infrastructure in the Arctic on the example of the Nenets Autonomous Area // Transport of the Russian Federation. 2008. No. 3-4 (16–17). P. 12–15. ISSN 1994-831X.
2. Litvitova T. V. Transport component of the Arctic economy // Bulletin of Moscow State Technical University. Proceedings of Murmansk State Technical University. 2014. Vol. 17. No. 3. P. 552–555. ISSN 1560–9278.
3. Transport strategy of the Russian Federation for the period up to 2030 Project. Moscow, 2013 URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/7/2812>.
4. Tarasov P. I., Khazin M. L., Furzikov V. V. Natural gas — promising motor fuel of quarry vehicles for the regions of the North // Mining industry. 2016. No. 6 (130). P. 51–52. ISSN 1609-9192.
5. Biev A. A., Shpak A.V. Problematic issues of oil product supply in the Arctic regions of Russia // Difficulties of territory development. 2017. No. 2 (88). P. 51–62. ISSN 2076-8915.
6. Tarasov P. I., Zyryanov I. V., Khazin M. L. New specialized types of vehicles for the Arctic // Mining information and analytical bulletin. 2018. No. 3. P. 136–147. ISSN 0236-1493.
7. Tarasov P. I., Tikhomirov A. Yu., Zyryanov I. V. Design features of specialized vehicles for the development of the northern and Arctic territories of Russia // Mining industry. 2015. No. 5(123). P. 64. ISSN 1609-9192.



**Марина Аркадьевна
Журавская**

Marina A. Zhuravskaya



**Елена Егоровна
Смородинцева**

Elena E. Smorodintseva

Рельсовый каркас как основа для развития агломерационных проектов

Rail frame as a basis for the development of agglomeration projects

Аннотация

В статье продолжена серия исследований авторов, посвященных городскому общественному транспорту, его интеграции в городские пространства, формированию дружелюбной транспортной среды агломераций. Особый акцент сделан на рельсовый каркас как основу для развития современных агломераций. Для построения рельсового каркаса обозначены границы городской агломерации Екатеринбурга. Изучен опыт городов России по формированию рельсовых каркасов и их влиянию на изменение качества жизни населения. Проанализирована текущая транспортная ситуация Екатеринбурга, рассмотрены потенциальные проекты интегрирования в нее кольцевых маршрутов наземного метро. Предложен комплексный подход реализации проектов «Наземное метро» и «Сухой порт». Показана роль рельсового каркаса для проекта «Агломерация «Большой Урал».

Ключевые слова: рельсовый каркас, агломерация, наземное метро, сухой порт.

Summary

The article continues a series of studies by the authors on urban public transport, its integration into urban spaces, and the formation of a friendly transport environment in agglomerations. Particular emphasis is placed on the rail frame as the basis for the development of modern agglomerations. For the construction of the rail frame, the boundaries of the urban agglomeration of Yekaterinburg are marked. The experience of Russian cities in the formation of rail frames and their influence on the change in the quality of life of the population is studied. The current transport situation in Yekaterinburg is analyzed, potential projects for integrating surface metro ring routes into it are considered. An integrated approach to the implementation of the Ground Metro and Dry Port projects is proposed. The role of the rail frame for the Great Ural Agglomeration project is shown.

Keywords: rail frame, agglomeration, surface metro, dry port.

Авторы Authors

Марина Аркадьевна Журавская, канд. техн. наук, доцент, исполнительный директор Уральской логистической ассоциации, Екатеринбург | Елена Егоровна Смородинцева, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: ESmorodinceva@usurt.ru

Marina A. Zhuravskaya, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Executive Director of the Ural Logistics Association, Yekaterinburg | Elena E. Smorodintseva, Associate Professor of the «Operations Management» Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg; e-mail: ESmorodinceva@usurt.ru

Городская агломерация и ее границы

В настоящее время в мире насчитывается 439 агломераций-миллионников, при этом в России их всего 15 на 17 млн км² [1]. И это, конечно, немного, ведь положительное влияние агломерационных эффектов на социально-экономическое развитие территорий регионов усиливается с каждым годом [2–4].

Городская агломерация (от лат. *agglomeratio* — присоединять, накапливать, нагромождать) в «Большой российской энциклопедии» определяется как компактная территориальная группировка поселений (городских), объединенных многообразными связями. Агломерация как целостное территориальное социально-экономическое образование появляется на основе пространственного развития крупного города-ядра, вокруг которого формируются поселения разных типов (пригороды, города-спутники и др.), служащие его производственными, транспортными, коммунально-хозяйственными дополнениями. Пространственная сближенность и взаимодополняемость таких поселений создают благоприятные условия для развития в них различных сфер деятельности [5].

Необходимо отметить, что, прежде чем подходить к вопросу проектирования агломераций, необходимо понять, где проходят ее границы. Считается, что внешние границы должны определяться при транспортной доступности в 1,5–2 часа от центра города-ядра агломерации. В условиях совершенствования путей сообщения и транспортно-логистических технологий границы городских агломераций не только размываются, но и раздвигаются.

В настоящей работе в качестве объекта исследования выбрана Екатеринбургская городская агломерация. Вопрос ее границ неоднозначный, поскольку существуют разные методики их определения (рис. 1) [6].

Границы агломерации зависят от методики делимитации. На рис. 1, а представлена наиболее обширная территория агломерации, в соответствии со Стратегией пространственного развития РФ до 2025 г., в базовом варианте она включает 21 муниципальное образование, в расширенном варианте — 25. Самый компактный вариант — на рис. 1, в, он соответствует методике ООН (учитывает трудовые связи, численность и плотность населения, но не учитывает другие важные аспекты) и состоит из 8 муниципальных образований, население которых входит в единый рынок труда Екатеринбургской агломерации и постоянно ездит на заработки в ядро агломерации. Однако для ее устойчивого развития критически важно скоординированное развитие территории с включением прилегающих с запада муниципальных образований. Учитывая необходимость обеспечения устойчивого развития территории, следует принять агломерацию в границах регионального варианта (рис. 1, б). Именно он является перспективным и вклю-

чает 14 городских округов (ГО): Екатеринбург, Верхняя Пышма, Березовский, Сысертский, Белоярский, Первоуральск, Среднеуральск, Полевской, Арамилский, Ревда, Заречный, Верхнее Дуброво, Дегтярск, Уральский.

Таким образом, необходимость создания городской агломерации Екатеринбурга продекларирована, обоснованы ее границы с учетом устойчивого развития. При этом важно понимать, что потенциал устойчивого развития городских агломераций обеспечивается их каркасной многослойной инфраструктурой, включающей в себя каркас размещения производительных сил, каркас инженерных сетей, социально-культурный каркас, каркас рекреаций, транспортный каркас.

Данное исследование посвящено созданию транспортного рельсового каркаса для агломерации Екатеринбурга.

Оценка состояния транспортных связей Екатеринбурга с муниципальными образованиями агломерации

Наибольшей трудовой привлекательностью с точки зрения внутриагломерационной миграции обладает ядро агломерации — Екатеринбург, Верхняя Пышма и Березовский (рис. 2) [6].

Очевидно, что для достижения транспортной доступности на уровне нормативных данных (1,5 часа в пути) должна обеспечиваться скорость в 40 км/ч (на среднем расстоянии в 60 км). Но анализ изменения скорости передвижения на автотранспорте показал, что скорость сильно падает, и особенно на направлении Верхняя Пышма и Березовский (рис. 3).

Транспортные заторы (пробки) оказывают существенное влияние на скорость передвижения между ядром агломерации и муниципальными образованиями. Согласно исследованию нидерландской компании TomTom, жители Екатеринбурга в среднем проводят в городских пробках 98 часов в год. Таким образом, уровень заторов в минувшем году оценивался в 43 % [7]. Тем не менее уровень автомобилизации продолжает расти, а число поездок на общественном транспорте уменьшается [8] (рис. 4).

Если не менять ситуацию, то к 2030 г. доля пользователей общественного транспорта сократится с 54 до 41 %, а скорость потока на дорогах приблизится к скорости пешехода (7 км/ч), и это станет лимитирующим фактором экономического развития мегаполиса (рис. 5) [9].

Очевидно, что скорость 7 км/ч сопоставима со скоростью пешехода (5 км/ч) и обесценивает работу всего общественного транспорта. Изменить ситуацию в качестве лучшей стороны может метро, наземное метро как самый скоростной общественный транспорт.

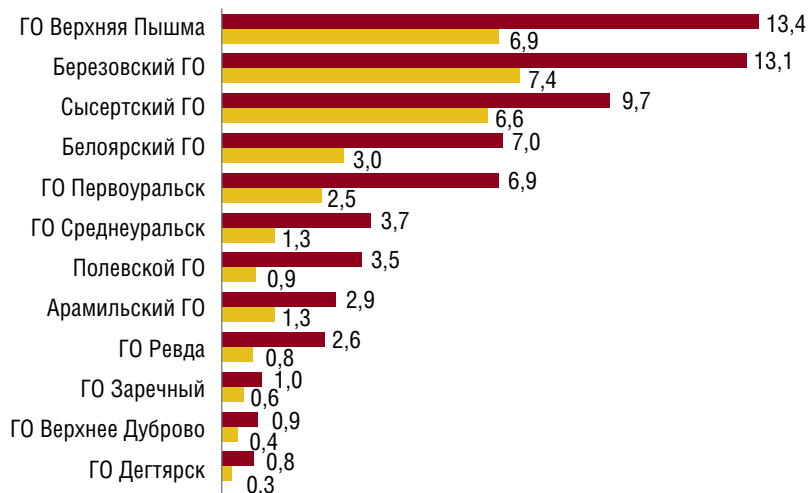


Рис. 2. Маятниковая миграция между Екатеринбургом и муниципалитетами, тыс. чел.:

■ — в Екатеринбург; ■ — из Екатеринбурга



Рис. 3. Снижение скорости передвижения на автотранспорте между Екатеринбургом и муниципалитетами агломерации в утренние часы, %:

■ — изменение скорости передвижения на АТ из муниципального образования в Екатеринбург утром, %; ■ — изменение скорости передвижения на АТ из Екатеринбурга в муниципальное образование утром, %

Опыт городов РФ в реализации проектов «Рельсовый каркас»

Авторы исследования изучили опыт, реальные практические примеры устойчивых транспортных систем различных городов, а также экспертные оценки транспортных

инженеров о том, как должна работать и развиваться система общественного транспорта в агломерациях (табл. 1) [10–12].

Создание рельсовых каркасов — базовый вопрос, который успешно решается многими городскими агломерациями. Безусловно, опыт Москвы был вдохновляющим и определяющим, однако нельзя игнори-

ровать уникальность каждого города, его социально-экономические условия, промышленный потенциал, сложившуюся транспортно-логистическую инфраструктуру.

Говоря об уникальности Екатеринбурга, стоит отметить, что у региона есть сильный промышленный потенциал, особенно в Верхней Пышме, и создание «бесшовной» территории увеличивает возможности производства. Екатеринбург — самый густонаселенный город-миллионник, и перемещение в нем — это не только вызов, но и возможность. Екатеринбург — столица студенчества, культурная столица Урала, поэтому рельсовый каркас является основой для ускоренного развития региона. Рельсовый транспорт не отнимает пассажиропоток у городского общественного транспорта, а увеличивает — налицо синергетический эффект.

Концепция рельсового каркаса Екатеринбурга — проект «Наземное метро»

В настоящее время инициирован проект Новокольцовский (рис. 6) [13] протяженностью 31 км: от остановки «Компрессорный завод» необходимо построить 7,4 км железнодорожного пути и три остановочных пункта, чтобы связать ст. Студенческую с аэропортом Кольцово (рис. 7). Планируется, что в ближайшем будущем здесь появится международный студенческий кампус на 8,8 тыс. человек, и справиться с ежедневным пассажиропотоком сможет только наземное метро. Планируемый объем перевозок на этом кольце — 17,26 млн пассажиров в год. Общее время в пути составит 30 минут, интервал движения в часы пик не более 20 минут.

Следующий маршрут — малое кольцо Машиностроителей — Блюхера — ЖБИ — Первомайская и Шарташ — тут необходимо строительство пересадочной платформы на Синих Камнях. Далее боль-

шое кольцо — Юго-Западный маршрут: поезда следуют с Сортировки до Керамика. Чтобы замкнуть кольцо на ВИЗе и вокзале, необходимо построить 23,1 км железнодорожного пути через микрорайоны Солнечный, Академический, Широкую Речку и 13 остановочных пунктов. Общая протяженность маршрута 43 км, время в пути 30 минут, планируемый объем пассажиров 34,68 млн.

Комплексное решение проектов Екатеринбургской агломерации

При всей логичности и привлекательности проекта «Наземное метро» важно помнить, что агломерация — это не только пассажиры, но и грузы. Пассажирские перевозки никогда не будут формировать основной источник прибыли в отличие от грузоперевозок, поэтому проект рельсового каркаса необходимо решать комплексно с проектом «Екатеринбург — главный сухой порт России» (рис. 8) [14].

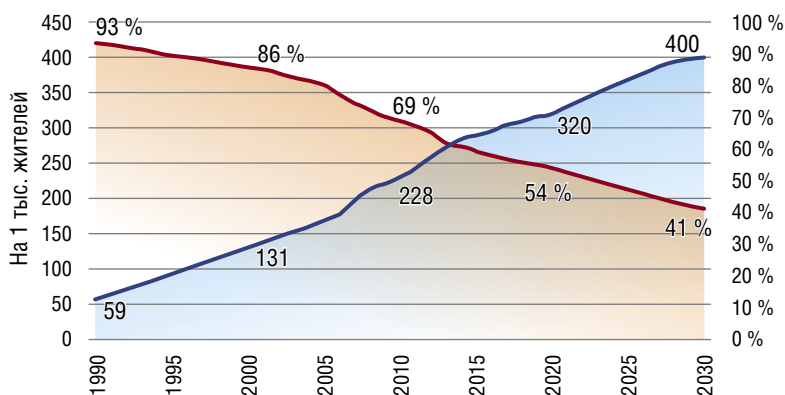


Рис. 4. Рост числа личных автомобилей и снижение пользования общественным транспортом: — уровень автомобилизации, на 1 тыс. жителей; — удельный вес поездок на ОТ, %

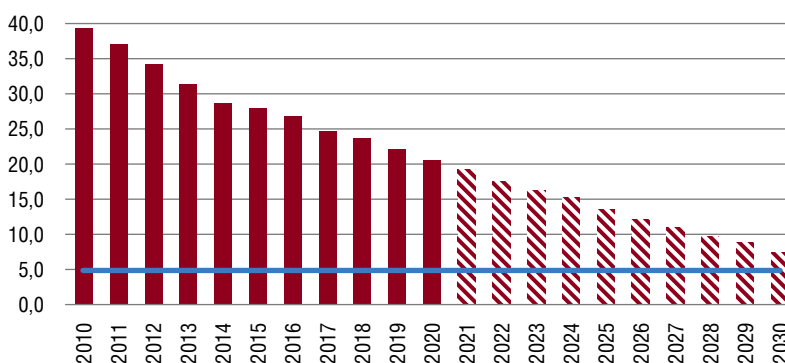


Рис. 5. Динамика изменения скорости на городском общественном транспорте: ■ — номинальная средняя скорость транспортного потока, км/час; — скорость пешехода, км/час

Таблица 1

Опыт городов по внедрению рельсовых каркасов

Городская агломерация	Мероприятия	Результат
Москва	Более 100 новых станций, включая МЦК	Устойчивый рост пассажиропотока: 10–15 % в год
Пермь	Создание единой сети, единого тарифа, единых требований к подвижному составу	Проект строится и окупается
Нижний Новгород	Обновление трамвайной сети	Увеличение средней эксплуатационной скорости подвижного состава на 45 %
Иваново	Замена старого подвижного состава на рельсовые автобусы. Увеличение количества маршрутов в 2 раза	Рост перевозок на 43 %
Красноярск	Построено 8 новых остановочных пунктов	Ежегодно пассажиропоток городских электричек увеличивается на 15–20 %
Новосибирск	Запущено 6 новых пригородных маршрутов, открыта первая платформа	Среднесуточный пассажиропоток увеличился до 1000 человек



Рис. 6. Концепция проекта «Наземное метро» в Екатеринбургской агломерации [13]



Рис. 7. Маршрут Новокозловский

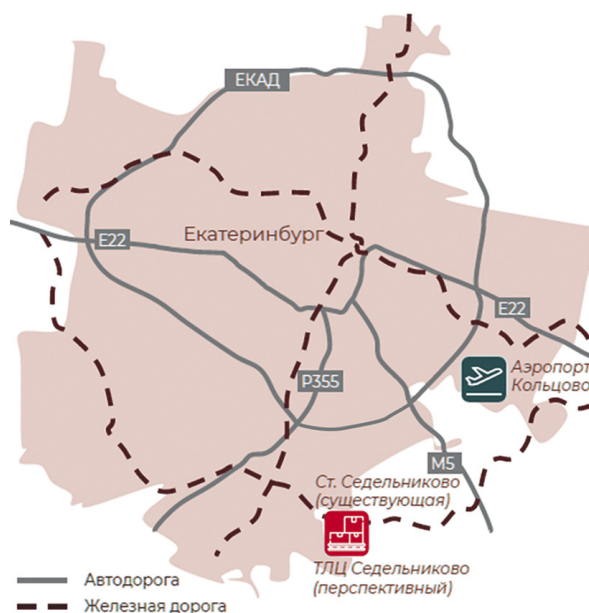


Рис. 8. Формирование каркаса транспортно-логистических центров — проект «Екатеринбург — главный сухой порт России»

Сегодня в стране нет средств на дорогостоящие программы, нужны проекты с быстрой отдачей или выгодные для всей страны в целом. Значение Свердловской области еще предстоит обосновать, поскольку на роль главного сухого порта страны претендуют два крупных города: Красноярск и Казань. Но мощный агломерационный эффект Екатеринбурга — наше главное преимущество. Формирование каркаса транспортно-логистических центров, интегрированных в федеральную сеть, позволит существенно увеличить ВРП и среднегодовой объем грузовых перевозок. Ожидаемый годовой грузопоток к 2035 г. составит 10 млн т, а объем выручки с территории — 4412,4 млн руб. Комплексное решение проектов Екатеринбургской агломерации имеет высокие шансы на внедрение, хотя и требует детальной проработки, поддержки от экспертного сообщества и от всех уровней власти.

Рельсовый каркас — основа стратегического развития территорий

Именно железнодорожный каркас объединяет на первый взгляд совершенно разрозненные проекты. Однако эффект от реализации проекта «Рельсовый каркас Екатеринбург» может значительно превзойти масштаб одной агломерации и стать важной составляющей более глобального проекта — «Агломерация «Большой Урал» (рис. 9).

Такой территории в России, где в радиусе 300 км сосредоточились четыре города-миллионника*, больше

*Тюмень — предмиллионник. По состоянию на 01.01.2022, население Тюмени составляет 828,6 тыс. человек [15].



Рис. 9. Агломерация «Большой Урал»

нет. И, конечно, не использовать такой географический шанс для формирования агломерации на основе транспортного каркаса более высокого порядка было бы неправильно.

Кризисная ситуация в РФ дает повод для серьезного переосмысления наших ценностей, окно возможностей приоткрывается, и этим необходимо пользоваться. Агломерация «Большой Урал» станет крупным промышленным центром, особенно в направлении металлургии, электроники, оборудования, химии и др. Уральская агломерация позволит увеличить приток инвестиций, как внутрироссийских, так и иностранных. Близость крупных городов повысит привлекательность региона для проведения различных внутрироссийских и международных мероприятий [16]. При этом важно понимать, что без создания единого скоростного рельсового каркаса агломерационные проекты не смогут быть реализованы. **ИТ**

Список литературы

1. Смирнягин Л. В. Агломерации: за и против // Городской альманах: сборник. М., 2008. Т. 3. С. 152–168. URL: <https://istina.cemi-ras.ru/publications/article/5124722>.
2. Растворцева С. Н., Снитко Л. Т. Региональная специализация и агломерационные эффекты в экономике России // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2020. Т. 13. № 3. С. 46–58. ISSN 2312–9816. DOI: 10.15838/esc.2020.3.69.4.
3. Журавская М. А., Коцан В. В., Парсюрова П. А. К вопросу формирования дружественной транспортной сети на основе анализа остановочных пунктов городских агломераций // Инновационный транспорт. 2016. № 2 (20). С. 15–21. ISSN 2311–164X.
4. Журавская М. А., Бучельникова Я. А., Дивакова М. Н. Устойчивое развитие как основа для формирования транспортного каркаса города нового тысячелетия // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. 2019. № 1 (41). С. 70–78. ISSN 2079–0392.

References

1. Smirnyagin L. V. Agglomerations: pros and cons // City almanac: collection. M., 2008. Vol. 3. P. 152–168. URL: <https://istina.cemi-ras.ru/publications/article/5124722>.
2. Soluttseva S. N., Snitko L. T. Regional specialization and agglomeration effects in the Russian economy // Economic and social changes: facts, trends, forecast. 2020. Vol. 13. No. 3. P. 46–58. ISSN 2312–9816. DOI: 10.15838/esc.2020.3.69.4.
3. Zhuravskaya M. A., Kotsan V. V., Parsiurova P. A. On the issue of forming a friendly transport network based on the analysis of stopping points of urban agglomerations // Innotrans. 2016. No. 2 (20). P. 15–21. ISSN 2311–164X.
4. Zhuravskaya M. A., Buchel'nikova Ya. A., Divakova M. N. Sustainable development as a basis for the formation of the transport framework of the city of the new millennium // Herald of the Ural State University of Railway Transport. 2019. No. 1 (41). P. 70–78. ISSN 2079–0392.

5. Большая российская энциклопедия. URL: <https://bigenc.ru/geography/text/2371705>.
6. Анализ социально-экономического развития Екатеринбургской агломерации в рамках проведения стратегической сессии // Фонд «Центр стратегических разработок» (ЦСР), октябрь 2022 г. URL: <https://www.csr.ru/ru>.
7. Екатеринбург вошел в топ-20 городов мира по загруженности дорог // Global City. URL: <https://globalcity.info/news/11/02/2022/40178>.
8. Число собственных легковых автомобилей по субъектам Российской Федерации // Федеральная служба государственной статистики. URL: rosstat.gov.ru/storage/mediabank/DDFfgtCb/t3-4.xls.
9. Прядеин А. А. Рельсовый каркас агломерации: проблемы и перспективы // Материалы выставки-форума Translogistica Ural 2022. URL: <https://www.translogistica-ural.ru/ru-RU>.
10. Рельсовый каркас агломераций // Всероссийская еженедельная газета «Транспорт России». URL: <https://transportrussia.ru/razdely/gorodskoj-passazhirskij-transport/8130-relsovyj-karkas-aglomeratsij.html>.
11. Безопасный, современный и экологичный: Нижний Новгород ждет обновление электротранспорта // Стратегия развития Нижегородской области. URL: https://strategy.government-nnov.ru/ru-RU/longread/elektrotransport_nn.
12. Московский урбанистический форум: Прошлое и будущее московского рельсового каркаса // Федеральное агентство новостей. URL: https://riafan.ru/23573072-moskovskii_urbanisticheskii_forum_proshloe_i_budushee_moskovskogo_rel_sovogo_karkasa.
13. Порошина Е. Проект «наземного метро», который раскритиковали депутаты думы уральской столицы, главы Екатеринбургской агломерации поддержали // Областная газета: сетевое издание. URL: <https://www.oblgazeta.ru/economics/125266>.
14. Немтинов А. В. О перспективах реализации проекта «Сухой порт Екатеринбург» // Материалы выставки-форума Translogistica Ural 2022. URL: <https://www.translogistica-ural.ru/ru-RU>.
15. Теперь город-миллионник? Росстат в очередной раз пересчитал всех тюменцев // Сетевое издание «72.ру». URL: <https://72.ru/text/gorod/2022/04/05/70743713>.
16. Смородинцева Е. Е., Журавская М. А., Смородинцева Т. А. Проблемы и перспективы управления городским общественным транспортом Екатеринбурга в условиях логистической интеграции // Инновационный транспорт. 2017. № 3 (25). С. 15–20. ISSN 2311–164X.
5. The Great Russian Encyclopedia. URL: <https://bigenc.ru/geography/text/2371705>.
6. Analysis of the socio-economic development of the Yekaterinburg agglomeration within the framework of the strategic session // Foundation «Center for Strategic Research» (CSR), October 2022 URL: <https://www.csr.ru/ru>.
7. Yekaterinburg entered the top 20 cities in the world by traffic congestion // Global City. URL: <https://globalcity.info/news/11/02/2022/40178>.
8. Number of own passenger cars by subjects of the Russian Federation // Federal State Statistics Service. URL: rosstat.gov.ru/storage/mediabank/DDFfgtCb/t3-4.xls.
9. Pryadein A. A. Rail frame of agglomeration: problems and prospects // Materials of the Translogistica Ural 2022 exhibition-forum. URL: <https://www.translogistica-ural.ru/ru-RU>.
10. Rail frame of agglomerations // All-Russian weekly newspaper «Transport of Russia». URL: <https://transportrussia.ru/razdely/gorodskoj-passazhirskij-transport/8130-relsovyj-karkas-aglomeratsij.html>.
11. Safe, modern and eco-friendly: Nizhny Novgorod is waiting for the renewal of electric transport // Development strategy of the Nizhny Novgorod region. URL: https://strategy.government-nnov.ru/ru-RU/longread/elektrotransport_nn.
12. Moscow Urban Forum: The Past and future of the Moscow rail frame // Federal News Agency. URL: https://riafan.ru/23573072-moskovskii_urbanisticheskii_forum_proshloe_i_budushee_moskovskogo_rel_sovogo_karkasa.
13. Poroshina E. The project of «ground metro», which was criticized by the deputies of the Duma of the Ural capital, the heads of the Yekaterinburg agglomeration supported // Regional newspaper: online edition. URL: <https://www.oblgazeta.ru/economics/125266>.
14. Nemtinov A. V. On the prospects for the implementation of the project «Dry port of Yekaterinburg» // Materials of the exhibition-forum Translogistica Ural 2022. URL: <https://www.translogistica-ural.ru/ru-RU>.
15. Now the city is a millionaire? Rosstat once again counted all Tyumen residents // Online publication « <url>». URL: <https://72.ru/text/gorod/2022/04/05/70743713>.
16. Smorodintseva E. E., Zhuravskaya M. A., Smorodintseva T. A. Problems and prospects of Yekaterinburg urban public transport management in terms of logistics integration // Innotrans. 2017. No. 3 (25). P. 15–20. ISSN 2311–164X.



Лариса Валентиновна
Туркина

Larisa V. Turkina

Начертательная геометрия и ее роль в истории технического образования в России

Descriptive geometry and its role in the history of technical education in Russia

Аннотация

Теоретическая база выполнения чертежа закладывается при изучении начертательной геометрии, которая была создана французским ученым Гаспаром Монжем и введена в учебный план Петербургского корпуса инженеров путей сообщения в 1809 г. Карлом Ивановичем Портье. Общие подходы к построению объектов трехмерного пространства методом проецирования остаются неизменными. Введение в учебный процесс компьютерных технологий не отменяет необходимости изучения теоретических основ процесса проецирования. Цифровизация учебного процесса по изучению начертательной геометрии стимулирует процесс развития пространственного мышления — необходимой составляющей инженерной подготовки. В статье рассматривается роль начертательной геометрии в техническом образовании в России, акцентируется внимание на способах изложения учебного материала, терминологии и методах обучения, которые применялись при изучении дисциплины с момента введения ее в учебный план технических направлений подготовки и до настоящего времени.

Ключевые слова: начертательная геометрия, чертеж, метод проецирования, техническое образование, построение линии пересечения, автоматизированное проектирование, образующая, направляющая, цифровизация.

Abstract

The theoretical basis for the execution of the drawing is laid in the study of descriptive geometry, which was created by the French scientist Gaspard Monge and introduced into the curriculum of the St. Petersburg Corps of Railway Engineers in 1809 by Karl Ivanovich Portier. General approaches to the construction of objects of three-dimensional space by the projection method remain unchanged. The introduction of computer technologies into the educational process does not replace the need to study the theoretical foundations of the projection process. Digitalization of the educational process for the study of descriptive geometry stimulates the development of spatial thinking – a necessary component of engineering training. The article examines the role of descriptive geometry in technical education in Russia, focuses on the methods of presentation of educational material, terminology and teaching methods which have been used in the study of the discipline since its introduction into the curriculum of technical areas of training and up until the present time.

Keywords: descriptive geometry, drawing, projection method, technical education, construction of the intersection line, computer-aided design, generating line, guiding line, digitalization.

Авторы Authors

Лариса Валентиновна Туркина, доцент кафедры проектирования и эксплуатации автомобилей, директор филиала Уральского государственного университета путей сообщения в г. Нижнем Тагиле; e-mail: larisaturkina@mail.ru

Larisa V. Turkina, Associate Professor of the Department for Design and Operation of Automotive Vehicles, Director of the branch of Ural State University of Railway Transport in Nizhny Tagil; e-mail: larisaturkina@mail.ru

Введение

Одной из основ технического образования является графическая подготовка. Теоретическую часть ее составляет начертательная геометрия, формирующая умения и навыки построения изображений методом проецирования. Метод проецирования позволяет получать обратимые изображения объектов трехмерного пространства на плоскости, что составляет основу построения чертежа, который является специфическим международным языком техники и известен инженерно-техническим специалистам всего мира. Правила построения чертежа изучает дисциплина «Инженерная графика», формирующая навыки чтения и выполнения чертежа. Дисциплина «Компьютерная графика» позволяет применить инновационные инструменты для построения чертежа: системы автоматизированного проектирования, расширяющие возможности специалистов-конструкторов в применении трехмерного моделирования для создания чертежей, но не исключающие необходимости изучения основ метода проецирования и правил построения чертежа.

В настоящем исследовании рассматривается роль начертательной геометрии в техническом образовании в России, акцентируется внимание на способах изложения учебного материала, терминологии и методах обучения, которые применялись при изучении дисциплины с момента введения ее в учебный план технических направлений подготовки и до настоящего времени.

История развития дисциплины «Начертательная геометрия» и ее цифровизация на современном этапе

Дисциплина «Начертательная геометрия» появилась в XVIII в., основоположником ее был французский ученый Гаспар Монж, который в 1799 г. издал труд «Géométrie descriptive» [1], где изложил основы ортогонального проецирования на две перпендикулярные плоскости проекции. Изображение проекции объектов на две взаимно перпендикулярные плоскости назвали эпюром Монжа. Например, эпюр Монжа, содержащий изображения параллелепипеда, приведен на рис. 1.

Эпюр демонстрирует обратимость изображения, позволяет определить размеры, форму, положение в пространстве данного параллелепипеда. Рисунок может быть предложен для изучения темы «Многогранники в проекциях», обучающей студентов основам проецирования на многогранных объектах.

Проекционный чертеж, построенный по правилам ортогонального проецирования, стал инструментарием инженеров и технических работников всего мира. В Рос-

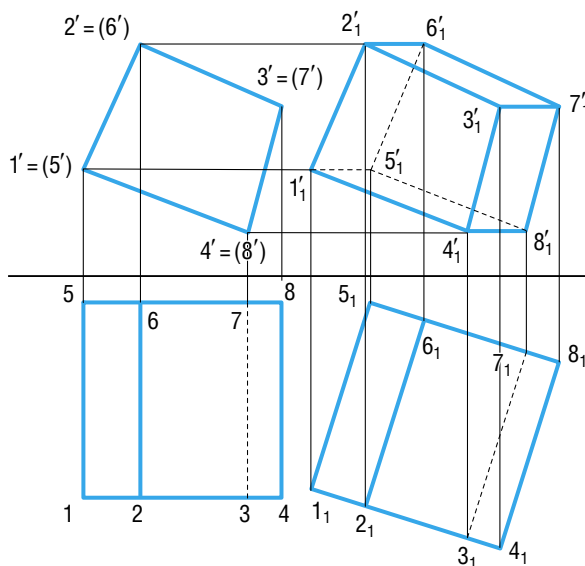


Рис. 1. Проекция параллелепипеда

сии начертательная геометрия была введена в Институте Корпуса инженеров путей сообщения, основанного в Петербурге в 1809 г. В 1810 г. первую лекцию по начертательной геометрии в Институте Корпуса инженеров путей сообщения прочитал французский инженер, принятый на русскую службу в чине капитана, Шарль Мишель (Карл Иванович) Потье, ученик Гаспара Монжа. В 1816 г. К. И. Потье издает на французском языке первое учебное издание в России по дисциплине «Начертательная геометрия» под названием «Основания начертательной геометрии для употребления воспитанниками Института Корпуса инженеров путей сообщения», в том же году переведенное на русский язык. Последователем К. И. Потье стал Яков Александрович Севастьянов, который в 1814 г. окончил Корпус инженеров путей сообщения и с 1818 г. самостоятельно начал преподавать начертательную геометрию. [4] В 1821 г. им был издан учебник «Основания начертательной геометрии». Учебник описывает основы ортогонального проецирования и примеры решения классических задач с плоскими и объемными объектами, которые остаются актуальными и в современных условиях. Учебник переиздавался в 1838 и 1919 гг.

Например, классическая задача построения линии пересечения двух плоскостей, заданных следами, описание которой приведено на стр. 16 издания [2]. Решение представлено на рис. 2.

Решение иллюстрирует построение линии пересечения плоскостей, проходящих через общую точку, лежащую на оси X и принадлежащую и горизонтальной, и фронтальной плоскостям проекции. Для построения линии пересечения проводят вспомогательную плоскость P_1 , параллельную заданной P , находят линию пересечения ее с заданной плоскостью Q , которую определяют две точки пересечения одноименных следов плоскостей

P_1 и Q . Данная линия будет параллельна линии пересечения заданных плоскостей, так как плоскости параллельны. Следовательно, прямая l — искомая линия пересечения заданных плоскостей будет параллельна прямой AB и пройдет через точку $P_x = Q_x$.

Принцип решения задач в ортогональных проекциях остается неизменным, меняются условия построения изображений. Применение компьютерных технологий позволяет выполнить изображение качественно, точно, с применением команд геометрических построений и команд создания текста. Для построения рис. 2 использовалась система «КОМПАС-3D V17» и командный аппарат панели «Геометрия».

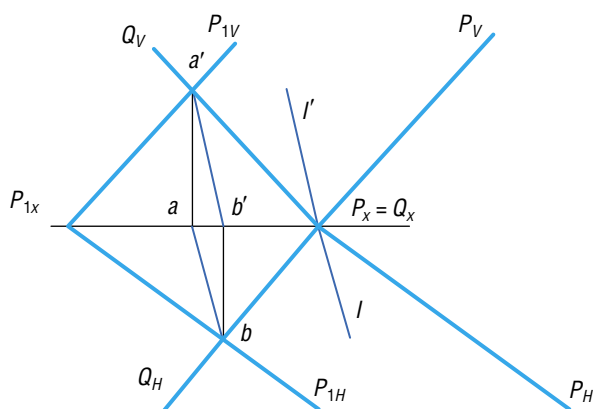


Рис. 2. Построение линии пересечения плоскостей

Возможности систем автоматизированного проектирования используются в учебном процессе, усиливают наглядность изображений и создают условия построения моделей пересекающихся поверхностей. Например, задачу на рис. 1 можно проиллюстрировать при помощи построения модели параллелепипеда, который представлен на рис. 3.

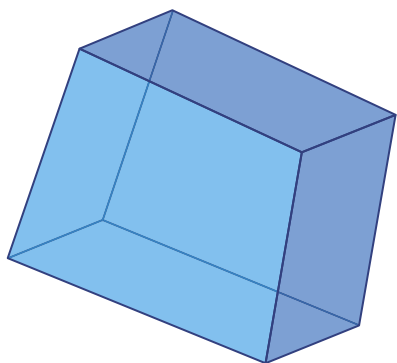


Рис. 3. Модель параллелепипеда

Задачи, решения которых рассматриваются в основах начертательной геометрии, остаются актуальными в настоящее время. Тема «Поверхности» рассматривает различные кривые поверхности, заданные кинематически, т.е.

как последовательное положение некой линии — образующей в некотором направлении, определенном кривой линией, называемой «направляющей». Выделяют класс кривых поверхностей, образованных прямолинейной направляющей, которые называют линейчатыми и которые могут быть развертываемыми и неразвертываемыми. Поверхности вращения образованы при вращении направляющей вокруг заданной оси. Поверхности представляют наглядные объекты, материальные аналоги которых легко найти в окружающем нас мире. Задача на построение линии пересечения поверхностей представляется более реалистичной, поскольку окружающая среда, содержащая объекты живой и неживой природы, содержит множество примеров кривых поверхностей, которые пересекаются между собой. Тема «Поверхности» стимулирует пространственное воображение обучаемых, вызывает их интерес и мотивирует их когнитивные способности [3]. Изображения поверхностей, полученные методом проецирования, более наглядны, зрительно осязаемы и понятны обучаемым. Классические задачи на построение линии пересечения остались неизменны, методы их решения при помощи вспомогательных поверхностей также стабильны и постоянны, как и содержание дисциплины «Начертательная геометрия» [7].

Иллюстрацией этого является решение задачи на пересечение поверхностей. Она рассмотрена на рисунке 25, описание к которому дано на стр. 113–114 издания [2]. Но прежде чем рассмотреть решение, необходимо уточнить терминологию дисциплины 1828 г., которая имеет отношение к теме «Поверхности». Так, на стр. 34–35 дано определение: «Линии, кои описывают или производят поверхности, называются кривыми производящими или просто производящими. Кривые же неподвижные, которые служат путем линий производящих или которые направляют их движение, называются кривыми направляющими или просто направляющими». Таким образом, линии, которые в современной терминологии называют образующими, в «Основах...» принято называть производящими.

Задание: найти линию пересечения конуса, у которого дано основание в форме эллипса и вершина, и поверхности вращения, у которой даны производящая и ось вращения.

Описание решения следующее: «через точку, взятую на поверхности производящей поверхности вращения, проводят перпендикулярную к оси вращения плоскость и строят круг, пересечения сей плоскости с поверхностью вращения».

Здесь следует прокомментировать, что построить аналогичное сечение конуса не представляется возможным, так как в сечении горизонтальной плоскостью заданного конуса получается эллипс, который можно построить с помощью дополнительных сечений, плоскостями проходящих через вершину конуса по нескольким точкам. Это значительно усложняет построение.

В «Основаниях начертательной геометрии» [2] приведен более простой и изящный способ построения: построенный круг принимают за основание конуса, «коего вершина находится в точке — вершине заданного конуса. Строим основание сего вспомогательного конуса. Оно будет круг, ибо круг направляющая конуса находится в плоскости, параллельной горизонтальной».

Стоит рассмотреть это построение на чертеже, приведенном на рис. 4.

Основание вспомогательного конуса — это окружность, расположенная в горизонтальной плоскости проекции, вершина которой находится на прямой, соединяющей вершину исходного конуса и центр круга, который является сечением поверхности вращения. Диаметр основания определяют горизонтальные следы очерковых образующих конуса на фронтальной проекции.

На пересечении основания вспомогательного конуса и основания заданного конуса находим точку, которую соединяем с вершиной конуса. Эта образующая пересекает круг в сечении тела вращения в точку, которая является общей точкой обеих поверхностей.

В «Основаниях начертательной геометрии» это описывается следующим образом: «из точки общей оснований вспомогательного и данного конуса проводят общую сим поверхностям производящую. Сия общая производящая находится на поверхности вспомогательного конуса, встретит его круговую направляющую, строят сию точку встречи, которая и будет принадлежать искомой кривой, ибо будет общей точкой данной поверхности вращения и данного конуса. Повторяют сие построение несколько раз и получают достаточное количество точек для очеркания искомой кривой пересечения».

Производящая в данном случае — прямая линия, одновременно принадлежащая поверхностям данного и вспомогательного конуса, которые имеют общую вершину.

Современный уровень развития технологий предполагает использование инновационных инструментов для решения задач, подобных разобранным выше. Возможности систем автоматизированного проектирования, таких как «КОМПАС-3D V17», позволяют построить модель пересекающихся поверхностей и наглядно подтвердить полученный при помощи геометрических построений результат [4].

Конус можно моделировать, создав эскиз по форме основания в горизонтальной плоскости, добавить плоскость, параллельную горизонтальной, на расстоянии, равном высоте конуса, в ней создать эскиз — точку по центру основания. Можно воспользоваться командой «Элемент по сечениям» и получить необходимую форму. Поверхность вращения создается при помощи команды «Элемент вращения» из вертикального эскиза в форме половины образующей и осевой линией посередине [5].

Результат представлен на рис. 5.

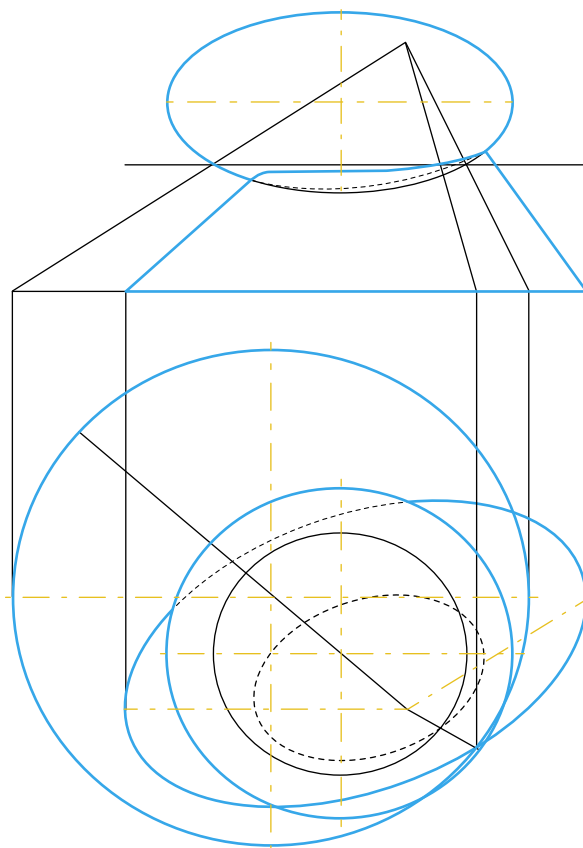


Рис. 4. Построение точки линии пересечения конуса и тела вращения

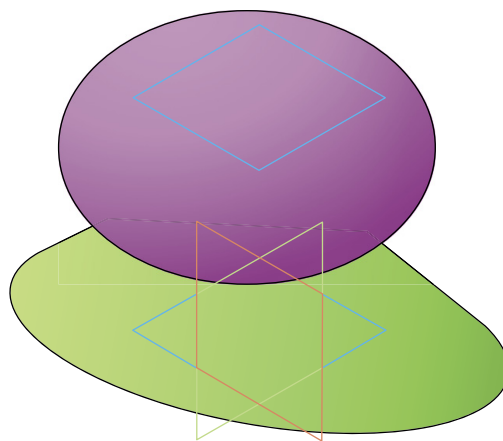


Рис. 5. Модель пересекающихся конуса и тела вращения

Полученный ассоциативный чертеж представляет виды модели без элементов дополнительных построений, разобранных выше (рис. 6).

Линия пересечения поверхностей изображена в автоматизированном режиме и не требует дополнительных построений. При построении важно задать такие настройки проекционных видов, чтобы изображения сохранили невидимые линии и линии перехода. Такой не-

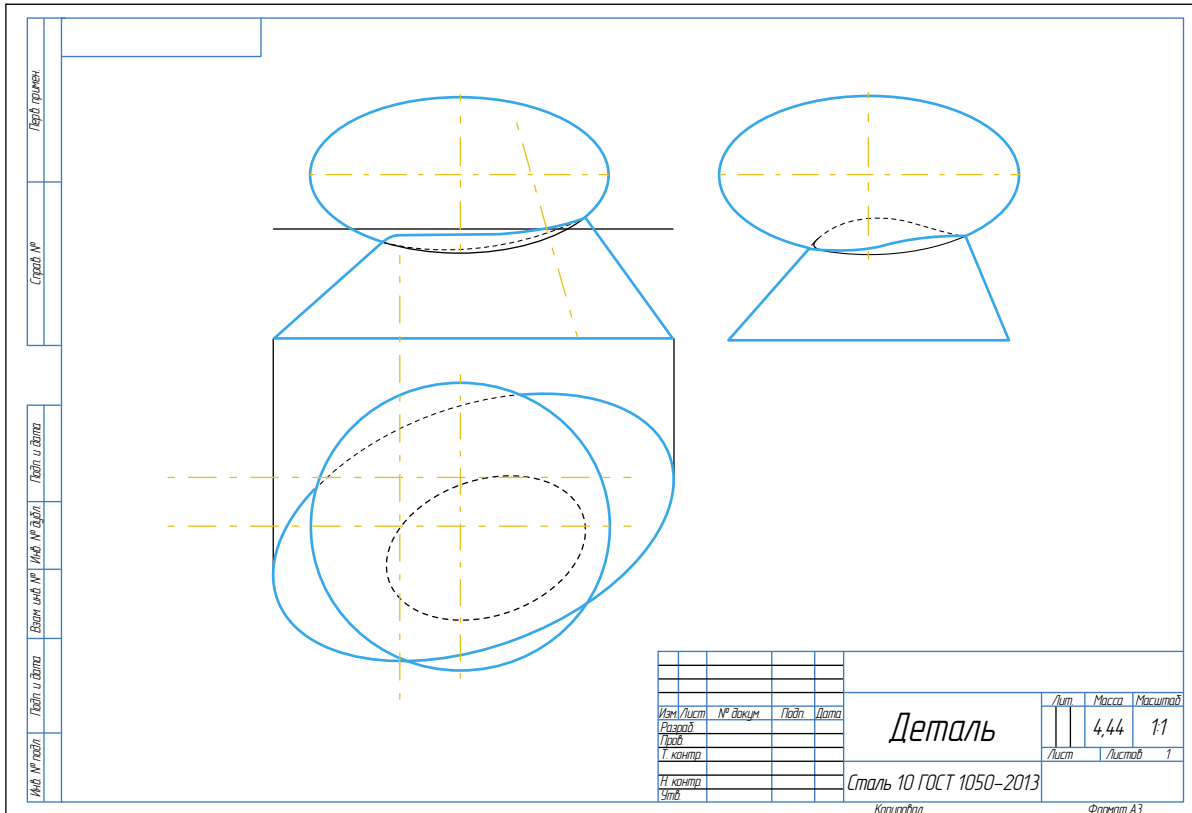


Рис. 6. Чертеж пересекающихся поверхностей

трудозатратный способ получения изображений линии пересечения поверхностей позволяет наглядно продемонстрировать результат сложных построений с высокой точностью выполнения, проанализировать способы ее получения, визуализировать видимость линии пересечения и очерковых линий поверхностей.

Преимущества использования возможностей компьютерных технологий в процессе изучения классической дисциплины «Начертательная геометрия» очевидны. Все вышесказанное можно резюмировать в следующих положениях.

Основной рабочий инструмент — чертеж, содержащий массив графической информации, которую невозможно передать вербально или описать словами, — составляет основу технической документации, без которой нельзя реализовать производство любых видов изделий. Изделия, произведенные для человека, являются содержанием техносферы, без которой невозможно комфортное существование человечества. Следовательно, документ, содержащий информацию об изделии, в соответствии с которым изделие изготавливается, остается актуальным и требует изучения в техническом образовании. Обучать будущих специалистов чтению и выполнению технической документации необходимо, основы этого закладываются при изучении начертательной геометрии.

Положения о проецировании плоских объектов — точек, прямых, плоскостей, заданных различными способа-

ми, задачи о проецировании кривых линий и кривых поверхностей, их расположении в пространстве, их взаимном положении и нахождении их общих элементов, определение истинной величины плоских объектов описывает дисциплина «Начертательная геометрия». Ее содержание и методы ее изучения (чтение лекционных курсов и решение задач на вышеназванные темы) остаются неизменными с момента ее создания. Незначительное изменение терминологии не становится препятствием для изучения исторических документов и позволяет решать задачи, которые в них описаны, даже при плохом качестве сохранившихся чертежей. Современный этап развития технологий, применение компьютерных приложений для выполнения графических документов, цифровизация технической документации — это неизбежная стадия технического прогресса, позволяющая нам сохранить рабочий чертеж, не выводя его на бумажный носитель.

Отсюда следует, что качество выполнения изображений чертежа в настоящее время не зависит от сформированности навыков работы с карандашом и резинкой исполнителя, его художественных способностей и врожденной аккуратности. Системы автоматизированного проектирования имеют набор инструментов, позволяющих провести линии одинаковой толщины, штрихи одинаковой ширины, идеально построить окружности и параллельные линии, абсолютно правильно написать шрифт. Даже не используя автоматизированное

проектирование чертежа по построенным моделям, исполнитель может при помощи простейших инструментов выполнить чертеж с хорошим графическим качеством изображения. В то же время опытный преподаватель всегда увидит пробелы в знании правил оформления чертежа у обучаемого и сможет компенсировать их при дальнейшей работе, чтобы сформировать знания, умения и навыки работы с конструкторской документацией. Изучение правил построения чертежа и освоение метода проецирования — это одна из целей дисциплин графического цикла, перечисленных выше [6].

Дисциплина «Начертательная геометрия» — первая из дисциплин графического цикла, которая изучается будущими специалистами технического профиля. В процессе ее изучения постигаются знания по построению чертежа, но главной целью этой дисциплины является развитие навыков работы с проецирующим аппаратом, позволяющим изобразить трехмерные объекты материального мира на плоскости, имеющей два измерения, и сделать эти изображения обратимыми. Обратимость — это свойство преобразования трехмерных объектов в изображениях на плоскости, обратное чтение двумерных изображений и получение образа объектов трехмерного пространства. Развитие навыков выполнения и чтения двумерных изображений с созданием образа трехмерного объекта — это развитие навыков пространственного мышления или воображения, которым и должен обладать инженер. Этот навык остается актуальным в настоящее время и был востребован всегда, на всех этапах развития техники.

Язык чертежа — это универсальный международный язык, на котором могут разговаривать люди, независимо от страны проживания и национальной принадлежности. Один из аспектов международного использования инженерной документации — это регулирование нормативной основы правил выполнения чертежей. Независимо от конкретной сферы деятельности, это проблема, обсуждаемая на международном уровне, которой посвящены научные исследования и публикации [7]. Начертательная геометрия — это первая ступень в обучении этому международному языку, регламентированному на международном уровне. Использование возможностей компьютерных технологий при изучении данной дисциплины делает процесс обучения более комфортным.

Рассматривая обучение начертательной геометрии на современном этапе, необходимо акцентировать внимание на возможностях частичного дистанционного обучения этой дисциплине. В период локдауна первого этапа пандемии произошел переход на дистанционные формы обучения, и наличие систем автоматизированного проектирования в сочетании с облачными платформами проведения онлайн-конференций (Zoom и BigBlueButton) и облачными платформами хранения информации (BlackBoard), с возможностью обратной связи позволило организовать лекционные и практические за-

ятия без ущерба для учебного плана [8]. Такая основополагающая цифровизация учебного процесса не отменяет занятий офлайн, которые дают более эффективную и эмоциональную обратную связь с обучаемыми и понимание педагогом уровня освоения учебного материала.

Процесс формирования готовности преподавателя вуза к деятельности в условиях цифровизации образования широко обсуждается в научных публикациях [9]. Но следует заметить, что невозможно ограничить процесс обучения общением обучаемых с тьюторами искусственного интеллекта, потому что обучение и воспитание строятся на живых и эмоциональных отношениях педагога и студента. И начертательная геометрия не является исключением из этого правила. Насколько доступно, интересно дается учебный материал, как формируется мотивация к изучению дисциплины — все это зависит от педагогических навыков и даже артистических способностей преподавателя. Живые примеры, материализация, одушевление и даже очеловечивание объектов задач начертательной геометрии — это одно из направлений развития педагогической теории в современной педагогике общепрофессиональных дисциплин.

Выводы

Начертательная геометрия — одна из дисциплин графического цикла, классическое содержание которой остается неизменным. Терминология, основные понятия, содержание, принципы построения изображений объектов при помощи ортогонального проецирования практически не менялись с течением времени.

Это обусловлено теми задачами, которые решает дисциплина и которые заключаются в формировании у будущих инженеров навыков чтения и построения чертежей, в развитии способностей к пространственному мышлению, позволяющему преобразовывать двумерные изображения чертежа в пространственный образ детали и наоборот. Актуальность этих навыков при современном этапе развития техники и технологий остается неизменной. Отсюда и стабильность содержания дисциплины.

Меняется подход к процессу обучения, в который вошли информационные технологии. Применение команд моделирования систем автоматизированного проектирования позволяет наглядно показать модели поверхностей и геометрических тел. Использование инструментов или команд, создающих плоские объекты, ускоряет и упрощает процесс построения чертежа, сохраняя важность процесса получения знаний о правилах его построения. Применение систем автоматизированного проектирования, возможностей создания презентаций к лекционному курсу и систем интерактивного обучения позволило организовать учебный процесс по изучению начертательной геометрии в сложной ситуации пандемии, не ухудшая качества графической подготовки. **ИТ**

Список литературы

1. Монж Г. Начертательная геометрия. Москва, 1947. 145 с.
2. Севастьянов Я. А. Основания начертательной геометрии. С.-Петербург, 1834. 204 с.
3. Пьянкова Ж. А. Формирование готовности оперировать пространственными объектами при изучении геометро-графических дисциплин // Вестник Омского государственного педагогического университета. Гуманитарные исследования. 2017. № 4 (17). С. 123–124. ISSN 2309–9380.
4. Рычкова А. В. Методика обучения трехмерному моделированию с использованием программы «Компас-3D» // Инновационная наука. 2016. № 3–2 (15). С. 182–184. ISSN 2410–6070. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-obucheniya-trehmernomu-modelirovaniyu-s-ispolzovaniem-programmy-kompas-3d> (дата обращения: 04.04.2020).
5. Вяткина С. Г., Туркина Л. В. Решение задач по начертательной геометрии с применением трехмерного моделирования в системе Компас-3D V17 // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 4–2. С. 277–282. ISSN 1812–7320. URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=38010> (дата обращения: 01.10.2020).
6. Вольхин К. Изучение начертательной геометрии в свете информатизации инженерного графического образования // САПР и графика. 2010. № 11 (169). С. 70–72. ISSN 1560–4640. URL: <https://sapr.ru/article/21818> (дата обращения: 29.12.2021).
7. Tsokur E. F., Stepanova D. I., Neymishev A. V., Allanina L. M., Dyakonov M. I. Yu. Regulatory features of child and youth tourism regulation: national and international experience // Revista Inclusiones. 2020. Vol. 7. P. 164–174. URL: <https://revistainclusiones.org/index.php/inclu/article/view/1223>.
8. Абрамова О. М. Использование облачных технологий для организации контроля учебной деятельности // Высшее образование в России. 2015. № 7. С. 155–159. ISSN 0869–3617.
9. Senognoeva N., Sadovnikova N., Maleeva E., Lopatnikov P. Formation of the University Teachers' Readiness for Organizing the Process Based on Using Digital Educational Environment Resources // Proceedings of the International Scientific Conference on Philosophy of Education, Law and Science in the Era of Globalization (PELSEG 2020). 2020. P. 316–321. DOI:10.2991/assehr.k.200723.066.
10. Кайгородцева Н. В. История и современное состояние геометро-графического образования // Высшее образование в России. 2013. № 4. С. 112–117. ISSN 0869–3617.

References

1. Monge G. Descriptive geometry. Moscow, 1947. 145 p.
2. Sevastyanov Ya. A. Foundations of descriptive geometry. St. Petersburg, 1834. 204 p.
3. Pyankova Zh. A. Formation of readiness to operate with spatial objects in the study of geometric and graphic disciplines // Bulletin of Omsk State Pedagogical University. Humanitarian studies. 2017. No. 4 (17). P. 123–124. ISSN 2309–9380.
4. Rychkova A. V. Methodology of teaching three-dimensional modeling using the program “Compass-3D” // Innovative science. 2016. NO. 3-2 (15). P. 182–184. ISSN 2410–6070. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-obucheniya-trehmernomu-modelirovaniyu-s-ispolzovaniem-programmy-kompas-3d> (accessed on: 04.04.2020).
5. Vyatkina S. G., Turkina L. V. Solving exercitations in descriptive geometry using three-dimensional modeling in the Compass-3D V17 system // Modern high-tech technologies. 2020. NO. 4-2. P. 277–282. ISSN 1812–7320. URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=38010> (accessed on: 01.10.2020).
6. Volkhin K. The study of descriptive geometry in the light of informatization of engineering graphic education // CAD and graphics. 2010. No. 11 (169). P. 70–72. ISSN 1560–4640. URL: <https://sapr.ru/article/21818> (accessed on: 12/29/2021).
7. Tsokur E. F., Stepanova D. I., Neymishev A. V., Allanina L. M., Dyakonov M. I. Yu. Regulatory features of child and youth tourism regulation: national and international experience // Revista Inclusiones. 2020. Vol. 7. P. 164–174. URL: <https://revistainclusiones.org/index.php/inclu/article/view/1223>.
8. Abramova O. M. Using cloud technologies for organization of control for educational activities // Higher education in Russia. 2015. No. 7. P. 155–159. ISSN 0869–3617.
9. Senognoeva N., Sadovnikova N., Maleyeva E., Lopatnikov P. Formation of the University Teachers' Readiness for Organizing the Process Based on Using Digital Educational Environment Resources // Proceedings of the International Scientific Conference on Philosophy of Education, Law and Science in the Era of Globalization (PELSEG 2020). 2020. P. 316–321. DOI:10.2991/assehr.k.200723.066.
10. Kaigorodtseva N. V. History and current state of geometric and graphic education // Higher education in Russia. 2013. No. 4. P. 112–117. ISSN 0869–3617.



Андрей Александрович
Зайцев

Andrey A. Zaitsev



Игорь Александрович
Артюшенко

Igor A. Artyushenko

Сооружение земляного полотна железных дорог в сложных инженерно-геологических условиях с использованием геоячеек «ПРУДОН-494»

Construction of the railway roadbed in complicated engineering and geological environment using «PRUDON-494» geocells

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы сооружения земляного полотна железных дорог в сложных инженерно-геологических условиях с использованием геоячеек «ПРУДОН-494». Для обеспечения стабильности и устойчивости грунтового основания сооружения на участках Северного широтного хода новой железнодорожной линии Обская — Салехард авторами предложено решение провести усиление грунтов основания вертикальными столбами из щебня в совокупности с гибким ростверком, в основе которого лежат геоячейки «ПРУДОН-494».

Ключевые слова: земляное полотно, криолитозона, железная дорога, геоячейки, транспорт, ПРУДОН-494.

Abstract

The article deals with the construction of the railway roadbed in complicated engineering and geological environment using the PRUDON-494 geocells. In order to ensure stability and sustainability of the soil base of the structure on sections of the Northern latitudinal course of the new railway line Ob – Salekhard, the authors proposed to strengthen the soil base with vertical columns of crushed stone mixed with flexible grillage, based on the “PRUDON-494” geocells.

Keywords: roadbed, cryolithozone, railway, geocells, transport, PRUDON-494.

Авторы Authors

Андрей Александрович Зайцев, канд. техн. наук, доцент кафедры «Путь и путевое хозяйство» Российского университета транспорта (РУТ (МИИТ)), Москва | Игорь Александрович Артюшенко, канд. техн. наук, доцент кафедры «Проектирование и строительство железных дорог» Российского университета транспорта (РУТ (МИИТ)), Москва

Andrey A. Zaitsev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of “Railway Track and Track Facilities” Department of the Russian University of Transport (RUT (MIIT)), Moscow | Igor A. Artyushenko, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of “Design and Construction of Railways” Department of the Russian University of Transport (RUT (MIIT)), Moscow

С 2019 года Русское географическое общество исследует местность в районе полярного круга для определения маршрута новой железнодорожной линии по территории Ямало-Ненецкого автономного округа и Красноярского края. Необходимость строительства дороги объясняется экономическими и геополитическими причинами. Создание транспортного коридора должно облегчить освоение северных территорий, богатых полезными ископаемыми [1].

История масштабного проекта начиналась с экспедиции, целью которой было изучение старого проекта более детально, с перспективой возрождения его для нашей страны, для освоения Сибири.

По результатам экспедиции Русского географического общества и Российского университета транспорта по проекту «Трансполярная магистраль» определены характеристики некоторых из наименований слабых грунтов, присутствующих на обширном участке от Уренгоя и Красноселькупа (ЯНАО) и Турханска, Игарки, а также в районе Норильского промышленного района. На рис. 1 показан этап установки скважины геотемпературного мониторинга в ходе экспедиции «Трансполярная магистраль».

Одним из технических решений для стабилизации земляного полотна на этих участках является усиление основания сваями из щебня (в том числе из отходов металлургических производств) с применением объемных геоячеек «ПРУДОН-494» в конструкции гибкого ростверка в верхней части конструкции (рис. 2) [2, 3].

Стабильность и устойчивость земляного полотна в местах распространения слабых грунтов должны быть обеспечены в течение всего срока эксплуатации, начиная со стадии проектирования и геологических изысканий, в ходе которых появляются данные о физико-механических процессах, происходящих в грунтах.

Одной из особенностей слабых грунтов, в т.ч. связных грунтов, яв-



Рис. 1. Установка скважины геотемпературного мониторинга состояния грунтов основания в ходе экспедиции «Трансполярная магистраль»

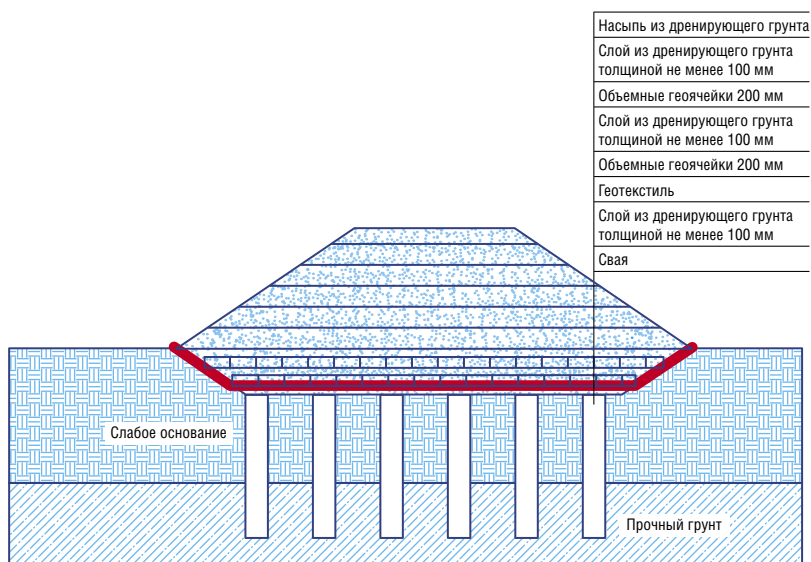


Рис. 2. Вариант устройства насыпи на слабом основании с укладкой гибкого ростверка из объемных геоячеек «ПРУДОН-494»

ляется прочность на сдвиг менее 0,075 МПа или модуль осадки более 50 мм/м при нагрузке 0,25 МПа (модуль деформации ниже 5,0 МПа).

В зависимости от состава и состояния слабые грунты различаются по содержанию органических веществ (органические, органо-минеральные, минеральные). Данные группы грунтов включают в себя грунты, различающиеся по особенностям состава и состояния. Так, органические грунты включают грунты,

различающиеся по зольности. Органо-минеральные — по содержанию органических веществ и минеральной части, минеральные различаются по особенностям состояния (плотность и влажность).

Вертикальные столбы из щебня используются при строительстве железных и автомобильных дорог, мостов, котлованов, для укрепления береговой линии водоемов и намывных территорий, усиления аварийных оснований фундаментов зданий

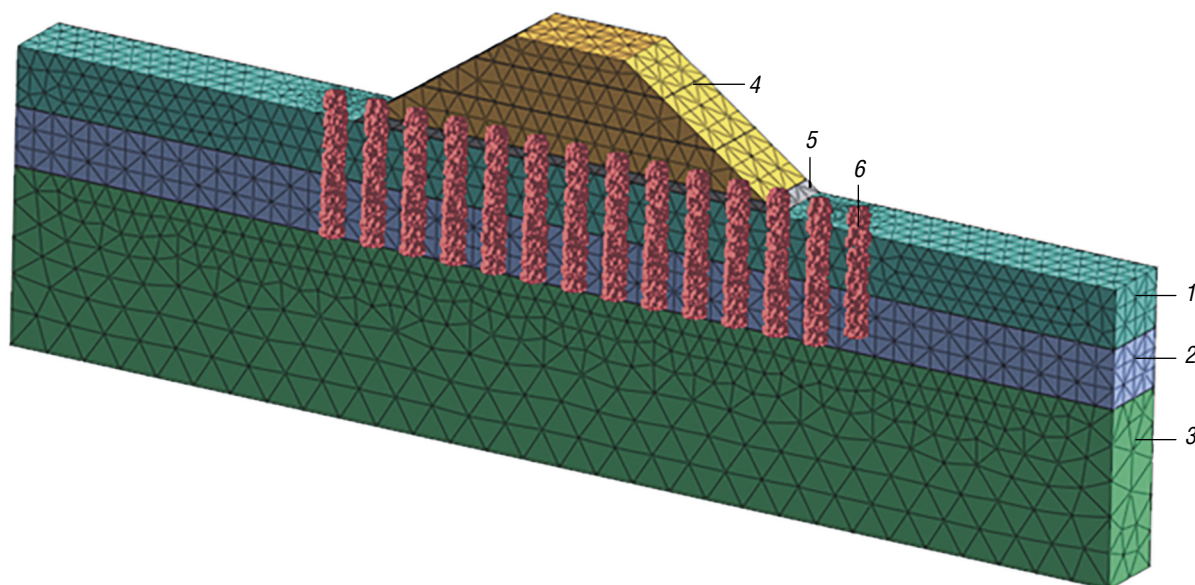


Рис. 3. Общий вид расчетной схемы исследуемого объекта на грунтовом основании, усиленном вертикальными столбами из щебня (смоделировано в программном комплексе Midas GTS NX): 1 — суглинок мягкопластичный (при оттаивании текучий); 2 — суглинок текучепластичный; 3 — супесь мерзлая; 4 — песок средней крупности (материал насыпи); 5 — щебеночная подушка; 6 — вертикальные столбы из гранитного щебня фракции 20–40 мм



Рис. 4. Геоячейки «ПРУДОН-494» в конструкции основания железнодорожных путей

и сооружений. Такие конструкции увеличивают несущую способность и дренирование грунтов под дорожным полотном, обеспечивают устойчивость и снижение деформаций основания и передачу нагрузок на более прочные слои. На рис. 3 показан вид расчетной схемы исследуемого объекта на грунтовом основании, усиленном вертикальными столбами из щебня, смоделированном в программном комплексе Midas GTS NX [1].

Устройство вертикальных столбов включает следующие технологические операции: подготовку поверхности основания (без удаления растительного грунта), разбивочные работы, отсыпку рабочей платформы из песка (в случае необходимости), погружение виброколонны

заданного диаметра и на заданную глубину, заполнение скважин строительными смесями, их уплотнение. Геоячейки «ПРУДОН-494» рекомендуется применять в качестве гибкого ростверка для равномерного распределения нагрузок на вертикальные столбы из щебня.

Применение технологии объемного армирования грунтов геоячейками «ПРУДОН-494» в конструкции гибкого ростверка при усилении нижней части проектируемого земляного полотна позволяет уменьшить осадки земляного полотна объектов инфраструктуры железнодорожного пути как при реконструкции эксплуатируемого пути, так и для вновь устраиваемого (рис. 4) [5, 6]. **ИТ**

Список литературы

1. Современные проблемы проектирования, строительства и эксплуатации железнодорожного пути: XVII Международная научно-техническая конференция (г. Москва, 29 октября, 19 и 26 ноября 2020 г.): чтения посвященные памяти профессора Г. М. Шахуняца: труды / РЖД, РУТ (МИИТ). М. : Перо, 2021. 172 с.
2. СТО 07859300-004-2013. Рекомендации по технологии армирования геоячейками «ПРУДОН-494» земляного полотна железных дорог. ОАО «494 УНР», МИИТ. Москва, 2013. 68 с.
3. Лабораторные испытания на прочность пластиковых геоячеек «ПРУДОН-494», применяемых при укреплении поверхностей откосов земляного полотна железных дорог: отчет о НИР / Федеральное агентство железнодорожного транспорта, МИИТ. М., 2006. 20 с.
4. Стандартные проектные решения и технология усиления подбалластного слоя объемными геоячейками «ПРУДОН-494» / Октябрьская железная дорога, служба пути, ПГУПС. СПб., 2001. 21 с. URL: <http://www.prudon.ru/stand.html>.
5. Применение пластиковых геоячеек «ПРУДОН-494» в железнодорожном строительстве: доклад УНР-494 / Институт пути строительства и сооружений Московского государственного университета путей сообщения МГУПС (МИИТ). Москва, 1–2 апреля 2015 г.
6. Zaytsev A., Bubnovsky V. Three-dimensional plastic geocells «PRUDON-494» in the construction of railroad // Proceedings of 10th International Conference on Geosynthetics (10ICG), 21 to 25 sept. 2014, Berlin. 8 p.

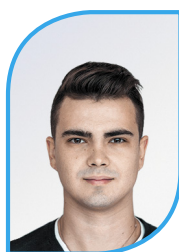
References

1. Contemporary challenges of railway track design, construction and operation: XVII International Science and Technology Conference (Moscow, October 29, November 19 and 26, 2020) : readings dedicated to the memory of Professor G. M. Shakhunyants: proceedings / Russian Railways, RUT (MIIT). Moscow: Pero, 2021. 172 p.
2. STO 07859300-004-2013. Recommendations on the technology of reinforcement with “PRUDON-494” geocells of the railway roadbed. JSC “494 UNR”, MIIT. Moscow, 2013. 68 p.
3. Laboratory tests for durability of plastic geocells “PRUDON-494”, used to strengthen the surfaces of railway roadbed: research report / Federal Agency for Railway Transport, MIIT. M., 2006. 20 p.
4. Standard design solutions and technology of reinforcement of the subcellular layer with volumetric geocells “PRUDON-494” / Oktyabrskaya railway, railway track maintenance department, PSUR. SPb., 2001. 21 p. URL: <http://www.prudon.ru/stand.html>
5. Application of plastic geocells “PRUDON-494” in railway construction: report UNR-494: / Institute for construction of the track and structures of the Russian University of Transport (MIIT). Moscow, April 1–2, 2015
6. Zaytsev A., Bubnovsky V. Three-dimensional plastic geocells «PRUDON-494» in the construction of railways // Proceedings of 10th International Conference on Geosynthetics (10ICG), 21 to 25 sept. 2014, Berlin. 8 p.

Организация производства (транспорт)

УДК 69

DOI:10.20291/2311-164X-2022-3-42-47

**Леонид
Борисович
Гилев****Leonid B.
Gilev****Илья
Геннадьевич
Горда****Ilya G.
Gorda****Николай
Григорьевич
Горелов****Nikolay G.
Gorelov****Максим
Алексеевич
Леонтьев****Maxim A.
Leontiev****Татьяна
Николаевна
Ткачева****Tatiana N.
Tkacheva****Ольга
Анатольевна
Трофимова****Olga A.
Trofimova**

Реконструкция зданий инфраструктуры ОАО «РЖД» в сфере среднего общего образования

Reconstruction of infrastructure buildings of JSC «Russian Railways» in the field of secondary general education

Аннотация

В статье проанализировано эксплуатационное состояние образовательных учреждений, находящихся в подведомственных структурах ОАО «РЖД». Объектом подробного исследования стало частное образовательное учреждение «Школа-интернат № 13 среднего общего образования ОАО «РЖД» (Екатеринбург, ул. Техническая, 99). Обоснована необходимость реновации устаревших зданий и сооружений, находящихся на территории данного образовательного учреждения, даны предложения по реконструкции зданий школы-интерната № 13.

Ключевые слова: образовательные учреждения инфраструктуры ОАО «РЖД», реновация, реконструкция, инженерная школа, зонирование пространства, физкультурно-оздоровительный комплекс.

Abstract

The article analyzes the operational state of educational institutions located in the subordinate structures of JSC “Russian Railways”. The object of a detailed study was a private educational institution “Boarding school No. 13 of secondary general education of JSC “Russian Railways” (Yekaterinburg, Technicheskaya str., 99). The necessity for renovation of outdated buildings and structures located on the territory of this educational institution is substantiated, proposals for the reconstruction of boarding school buildings No. 13 are given.

Keywords: educational institutions of JSC “Russian Railways” infrastructure, renovation, reconstruction, engineering school, zoning of space, sports and recreation complex.

Авторы Authors

Леонид Борисович Гилев, канд. техн. наук, доцент кафедры «Строительные конструкции и строительное производство» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | **Илья Геннадьевич Горда**, студент гр. СТм-211 Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | **Николай Григорьевич Горелов**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Строительные конструкции и строительное производство» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | **Максим Алексеевич Леонтьев**, студент гр. СТм-211 Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | **Татьяна Николаевна Ткачева**, доцент кафедры «Мосты и транспортные тоннели» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | **Ольга Анатольевна Трофимова**, старший преподаватель кафедры «Строительные конструкции и строительное производство» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург

Leonid B. Gilev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of “Engineer Construction and Construction Operations” Department of Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg | **Ilya G. Gorda**, Student of gr. STm-211 of Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg | **Nikolay G. Gorelov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of “Engineer Construction and Construction Operations” Department of Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg | **Maxim A. Leontiev**, Student of gr. STm-211 of Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg | **Tatiana N. Tkacheva**, Associate Professor of “Bridges and Transport Tunnels” Department of Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg | **Olga A. Trofimova**, Senior Lecturer of “Engineer Construction and Construction Operations” Department of Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg



Рис. 1. Схема расположения объектов до и после предлагаемой реконструкции

Введение

В сентябре 2019 г. сотрудниками и студентами кафедр «Строительные конструкции и строительное производство» и «Мосты и транспортные тоннели» УрГУПС был осуществлен выезд и осмотр объектов частного образовательного учреждения «Школа-интернат № 13 среднего общего образования ОАО «РЖД» по ул. Технической, д. 99 г. Екатеринбурга. В ходе осмотра было произведено визуальное обследование всех зданий и сооружений: учебного корпуса, корпуса общежития и столовой, а также складского помещения (рис. 1).

На сегодняшний день показателем развития всех образовательных учреждений является общий уровень образования, который закладывается на начальном этапе и демонстрирует качественные показатели процесса совершенствования образовательных организаций. Учебная среда, в которой подростки проводят около 85 % общего времени, имеет большое значение для здоровья и успеваемости детей.

Исходя из вышесказанного, выявляется проблема в создании и развитии здоровой среды, в которой будут отсутствовать негативные психофизические факторы, воздействующие на состояние обучающихся, что способствует повышению уровня образования в целом.

В конце 2017 г. было принято постановление Правительства Российской Федерации № 1642 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования» [1], в котором рассматривают-

ся меры поддержки развития общеобразовательных учреждений путем выделения субсидий на их расширение и реконструкцию. Помимо этого, Президент РФ поднял вопрос об увеличении количества учебных классов. Решение этого вопроса — строительство новых учебных блоков в рамках национальных проектов, которые поддерживаются и отслеживаются Правительством РФ.

Цель исследования — создание комфортного рабочего пространства как для учителей, так и для учеников, а также обоснование того, как реконструкция общеобразовательных государственных учреждений будет содействовать повышению ряда качественных показателей уровня образования и развития подростков.

Задачи исследования:

- формирование концепции и модели современного образовательного учреждения на основе результатов реконструкции существующего объекта;
- перепланировка секций зданий;
- перераспределение трудовых потоков для улучшения технологического процесса;
- создание единого и комфортного интерьера, отвечающего требованиям современного общества.

Особое место в процессе организации обучения занимают общие архитектурные решения, а также дизайн экстерьера и интерьера объекта. Одним из главных направлений в современном образовании является самореализация подростков, их подчеркнутая индивидуальность, всесторонняя развитость и стремление к постоянному совершенствованию. Это важно учитывать при реконструкции морально устаревших школ.

Организация производства (транспорт)

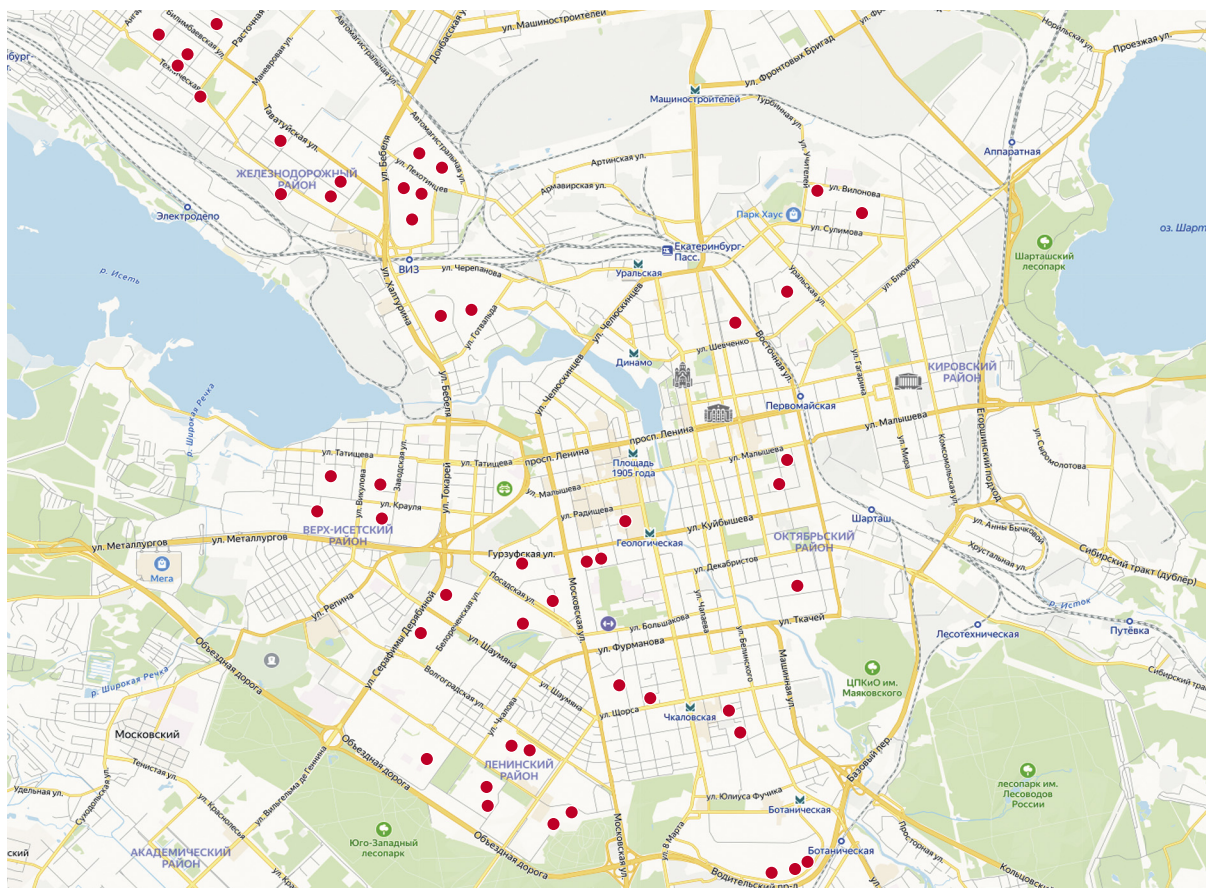


Рис. 2. Типовые образовательные учреждения г. Екатеринбурга, построенные ранее 1990-х годов

Задачи, реализованные в ходе работы

Школа-интернат № 13 построена на базе типового проекта 2-02-76 (188), который был разработан и утвержден проектной организацией «ГИПРОПРОС» в 1957 г. Школа на 520 учащихся имеет статус учреждения среднего общего образования. Здание трехэтажное.

Всего по данному типовому проекту возведено более 13 школ в России и странах СНГ, в том числе пять зданий на Свердловской железной дороге.

На сегодняшний день этому проекту 64 года, что говорит о несоответствии здания требуемым современным строительным и санитарно-эпидемиологическим нормам. Выявлены следующие нарушения:

- превышение количества обучающихся более чем на 300 человек от допустимого значения;
- отсутствие пандусов и лифта для маломобильных групп населения;
- пересечение начального и среднего звеньев обучающихся между собой;
- отсутствие гардероба;
- присутствие помещений квартирного типа;
- вместимость актового зала составляет всего 30 человек (вместо 100 % обучающихся 2–4-х классов

плюс два места для преподавателей на каждый класс).

Кроме отмеченных нарушений, появилась проблема, связанная с активной демографической политикой, которая нацелена на увеличение численности населения. Городу необходимы новые учебные места. В многомиллионных городах современные школы находятся только во вновь строящихся районах, а советские школы, расположенные в центральной части городов, имеют предельный срок службы и большой моральный износ. Таким образом, вопрос о реконструкции устаревших учебных заведений становится как никогда актуальным.

Также стоит отметить, что в Екатеринбурге сегодня около 50 школ имеют типовую застройку и построены до 1990-х годов (рис. 2), что свидетельствует об актуальности данной темы и необходимости реновации старых образовательных учреждений.

В настоящее время учебный процесс представлен как безостановочное развитие всех его структурных элементов, которые пополняются вновь открытыми достижениями научно-технического прогресса. Здания образовательных учреждений должны иметь такую пространственную структуру, которая учитывает весь перечень необходимых требований учебного процесса.

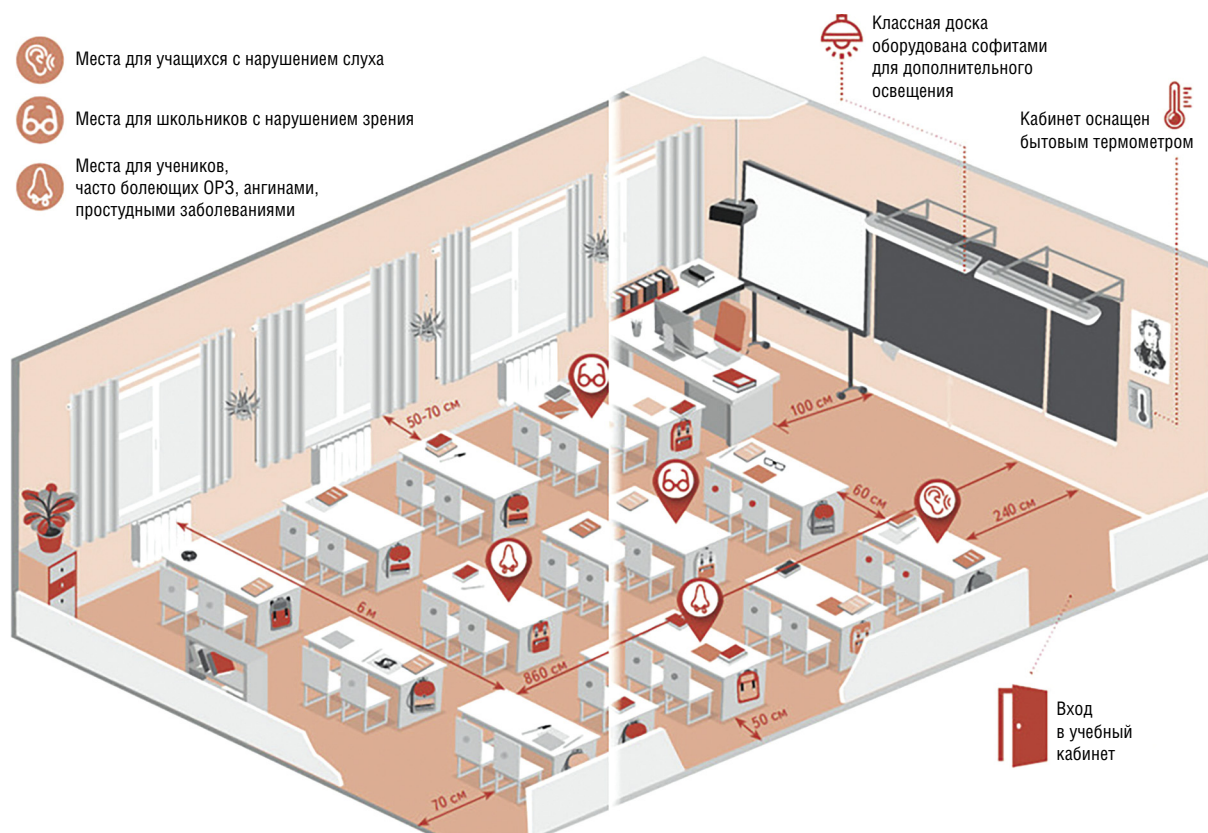


Рис. 3. Схема учебного кабинета по СанПиН 2.4.2.2821–10 и СП 251.1325800.2016

В 2017 г. утвержден СП 251.1325800.2016 «Здания общеобразовательных организаций. Правила проектирования» [2]. Он распространяется на проектирование вновь строящихся, реконструируемых зданий и комплексов общеобразовательных организаций любых организационно-правовых форм и форм собственности, а также учебных и общешкольных помещений школ-интернатов. В данном своде правил указаны требования к размещению и функциональному составу участка, которые указывают на приоритетность проектирования помещений и участков как специальных зон.

Таким образом, новый нормативный документ позволяет существенно сократить срок выполнения проектной документации, так как имеет строгую структуризацию систем образовательных учреждений.

Требования к территории школы:

- территория школы должна быть обгорожена, ограждена и озеленена;
- дворовую территорию образовательного учреждения необходимо разделить на зоны: физкультурно-строительную, хозяйственную и зону отдыха;
- в связи с установленными санитарно-гигиеническими нормами уровень шума на участке не должен нарушаться;
- физкультурно-спортивную зону рекомендуется размещать со стороны спортивного зала.

В СанПиН 2.4.2.2821–10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях» [3] регламентируется необходимый перечень требований к внутренним помещениям (рис. 3):

- на одного обучающегося нужно не менее 2,5 м² учебного места и 3,5 м² при групповых и индивидуальных занятиях;
- площадь помещений, определенных под классы, — от 50 м²;
- необходимая высота потолков — от 3,6 м;
- размещение на верхних этажах (выше третьего этажа) учебных помещений и кабинетов, посещаемых обучающимися 8–11-х классов, административно-хозяйственных помещений;
- при реконструкции зданий рекомендуется предусматривать рекреации из расчета не менее 0,6 м² на одного обучающегося, при условии соблюдения норм площади учебных помещений.

Также строительными нормами определен список помещений, отнесенных к хозяйственному функционалу: спортивный зал, столовая, учебные классы, библиотечный комплекс, медицинский пункт, мастерские, актовый зал, компьютерные классы, читальный зал.

Наиболее популярным типом школ является система блочного типа, которая представляет собой несколько зданий, объединенных артериями-переходами (рис. 4).

Организация производства (транспорт)



Рис. 4. Схема размещения помещений при блочной системе застройки

Таким образом, в центральном корпусе могут разместиться актовый зал, вестибюль и прочие общие помещения. Учебные блоки при данной системе необходимо разделить по возрастным группам либо по другим критериям, которые соответствуют нормам. При проектировании в каждом учебном блоке необходимо предусмотреть отдельные выходы на школьную дворовую территорию. Младшая школьная группа должна размещаться на первых этажах.

Практика проектирования и строительства показывает, что наиболее популярной конфигурацией является размещение комнат с односторонним освещением продольного расположения, но стоит отметить и удобство расположения квадратных классов с двусторонним освещением.

При строительстве школ по блочной системе необходимо к каждому блоку предусмотреть пандусы для людей с ограниченными возможностями. В настоящее

время модульная система строительства имеет значительные преимущества, связанные с быстрым возведением и высокой точностью сборки.

Физкультурно-оздоровительный комплекс

Строительство физкультурно-оздоровительного комплекса на территории школы-интерната № 13 (рис. 5) поможет привить ученикам любовь к спорту, улучшить их личностные качества. На уроках физической культуры ученики не только укрепляют свое тело, но и развиваются как личность. Именно через спортивную деятельность в человеке формируются такие качества, как сила воли, целеустремленность, стойкость, терпеливость. Не будем забывать о положительном влиянии спорта на здоровье учеников.



Рис. 5. Физкультурно-оздоровительный комплекс

Для поддержки физической подготовки ученикам и воспитанникам предлагается ФОК с несколькими тренажерными залами, большим и малым бассейнами и спортивными залами.

Выводы

На сегодняшний день в проектировании зданий и сооружений существует множество тенденций:

1. Зонирование пространства и нестандартные дизайнерские решения: индивидуальные стили для каждого вида помещения.
2. Компактное размещение мебели с возможностью ее трансформирования без трудозатрат.
3. Цветовые отделочные работы зависят от направленности помещения и от особенностей освещения.
4. Высокий уровень проработки навигационной системы и указателей.

Школа будущего — это прежде всего современные технологии.

На данный момент учеба носит научный характер, но, возможно, в недалеком будущем все кардинально

поменяется, и в учебных классах все будет по-другому. 3D-принтеры, проектирование — эти понятия сейчас в тренде, и скоро будет много узконаправленных инженерных школ, в которых дети смогут учиться и пользоваться новыми технологиями. Парты, стулья, тетради, учебники, ручки уйдут в прошлое, наступит время ноутбуков и пуфиков, дистанционных уроков и совсем другого поколения. Это очень интересно, ведь учебное время перестанет быть скучным и однообразным, в школах появится много свободного места, где ученики могут заниматься своим любимым делом. Но школа будущего подразумевает изменение не только в организации обучения, но и в архитектуре и планировке самих зданий. Школы перестанут быть типовыми, архитекторы начнут разрабатывать индивидуальные проекты для каждого образовательного учреждения, чтобы даже внешне школа привлекала родителей и детей.

Реконструкция здания школы-интерната № 13 может стать началом очень актуального направления в сфере строительства и архитектуры, связанного с реновацией старых образовательных учреждений в соответствии с новыми требованиями и потребностями современного общества. **ИТ**

Список литературы

1. СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 (с Изменениями N 1-4).
2. СП 251.1325800.2016 Здания общеобразовательных организаций. Правила проектирования (с Изменениями N 1, 2, 3).
3. СанПиН 2.4.2.2821-10 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях.

References

1. SP 118.13330.2012 Public buildings and structures. Updated version of SNiP 31-06-2009 (with Amendments N 1-4).
2. SP 251.1325800.2016 Buildings of educational organizations. Design rules (with Amendments N 1, 2, 3).
3. SanPiN 2.4.2.2821-10 Sanitary and epidemiological requirements for the conditions and organization of education in general education institutions.



**Алексей Анатольевич
Ковалёв**

Alexey A. Kovalev



**Андрей Андреевич
Максимов**

Andrey A. Maksimov

Анализ работы устройств компенсации натяжения проводов контактной подвески

Analysis of operation of catenary system wire tension of compensation devices

Аннотация

Авторами рассмотрены различные устройства компенсации проводов контактной подвески, которые эксплуатируются на участках железных дорог Российской Федерации. Выделены основные факторы, влияющие на работу компенсаторов. Проведен анализ работы тормоза типа DFCB, предназначенного для использования в механизме барабанного компенсатора. Специалистами научно-исследовательской лаборатории «САПР КС» УрГУПС проведены исследования по изучению работы устройства компенсации со встроенным тормозом типа DFCB в реальных условиях, а также в условиях проведения мероприятий по предотвращению гололедообразования на проводах контактной сети. На основании проведенной работы были сделаны выводы о целесообразности эксплуатации данного устройства.

Ключевые слова: контактная сеть, компенсация натяжения провода, гололед, компенсатор, храповый механизм.

Abstract

The authors consider various devices for compensating catenary system wires which are operated on the sections of the Russian Federation railways. The main factors affecting the operation of compensators are highlighted. The analysis of the operation of a DFCB type brake designed for use in the mechanism of a drum compensator is carried out. Specialists of the USURT scientific research laboratory "SAPR Contact Network" conducted a research to study the operation of the compensation device with a built-in DFCB type brake under real conditions, as well as under conditions of measures to prevent ice formation on the wires of the catenary system. Based on the work carried out, conclusions were drawn regarding the expediency of using the device.

Keywords: catenary system, wire tension compensation, icing, compensator, ratchet mechanism.

Авторы Authors

Алексей Анатольевич Ковалёв, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электроснабжение транспорта» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | Андрей Андреевич Максимов, младший научный сотрудник НИЛ «САПР КС», Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург

Alexey A. Kovalev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of "Transport Power Supply" Department of Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg | Andrey A. Maksimov, Junior Researcher of "SAPR Contact Network" Scientific Research Laboratory, Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg

В современных реалиях электрифицированный железнодорожный транспорт является одним из наиболее перспективных средств перемещения пассажиров и грузов. С каждым днем количество перевозимых единиц растет, увеличивается интенсивность движения. Для того чтобы железнодорожные магистрали могли гарантировать необходимую пропускную способность, требуется обеспечить надежный скользящий электрический контакт между контактным проводом и токоприемником электроподвижного состава.

Со стороны контактной сети следует обеспечить требуемую высоту подвеса контактного провода (от 6000 до 6800 мм) над уровнем головки рельса. Это делается для уменьшения износа как токоприемника, так и самого контактного провода, а также для движения электроподвижного состава на больших скоростях с наименьшей силой трения, возникающей при соприкосновении трущихся частей контактной подвески и электровоза. Однако недостаточно просто зафиксировать подвеску на конкретной высоте. Это обусловлено тем, что из-за изменения физических свойств металлических проводников при перемене погодных условий в течение года изменяется и стрела провеса несущего троса.

Гололед — одно из погодных явлений, от которого напрямую зависит натяжение контактной подвески, так как масса льда влияет на стрелу провеса. Кроме того, из-за низкой проводимости лед ухудшает токосъем, нарушая контакт между ползцом токоприемника и контактным проводом, что может привести к возникновению электрической дуги.

Ветер наравне с гололедными образованиями является важным фактором, который необходимо учитывать при проектировании контактных сетей, так как при сильном его воздействии может произойти сход контактного провода с полоза токоприемника, что может привести к повреждениям элементов креплений контактного провода к несущему тросу, поломке самого токоприемника или даже обрыву контактного провода.

Любое изменение начальных параметров конструкции контактной подвески недопустимо, поэтому необходимо компенсировать силу натяжения средствами извне — компенсаторами.

Согласно ГОСТ 32623–2014, выделяют четыре основных типа компенсаторов натяжения в контактной сети [1]:

- 1) блочный, в котором натяжение провода регулируется грузами массой около 25 кг;
- 2) блочно-полиспастный, представляющий собой систему подвижных и неподвижных блоков;
- 3) барабанный, конструкция которого состоит из блоков, различных по диаметру, установленных на общей оси;
- 4) пружинный, с продольным или поперечным расположением пружин — компенсатор, использующий свойства сжатия и растяжения металлов при изменении температуры окружающей среды.

Для блочных, блочно-полиспастных и барабанных компенсаторов, согласно тому же ГОСТ 32623–2014, величину передаточного отношения массы грузов к рабочему натяжению анкеруемых проводов рекомендуется выбирать из ряда 1:2, 1:3, 1:4, 1: k , где k — целое число, характеризующее число колес в системе блоков блочного и блочно-полиспастного компенсатора, и величина делителя диаметра большого колеса к малому для барабанного компенсатора. Если компенсатор имеет коэффициент передачи 1:3, то это значит, что вес грузов анкеровки должен быть в 1,33 раза больше, чем при коэффициенте передачи 1:4, однако при этом уменьшается ход грузов вдоль вертикальной оси.

Для обеспечения пропускной способности на магистральных железных дорогах компенсирующие устройства блочного типа заменяют на более современные, поскольку используемые устройства не способны в полной мере удовлетворять требованиям безопасности движения поездов и имеют ряд недостатков. Наиболее существенными из них можно считать положение троса (грузового) компенсатора, а также расположение и массу грузов по отношению к опоре. Грузовой трос компенсирующего устройства блочного типа конструктивно расположен так, что проходит через неподвижный и подвижные блоки устройства, вследствие чего происходит изгиб троса в противоположные направления. В условиях больших натяжений это способствует ухудшению работы троса и сокращению его срока службы. Также при эксплуатации таких устройств создается изгибающий момент на опору контактной сети, обусловленный действием силы тяготения грузов к земле, снижающий срок эксплуатации опоры.

Вышеперечисленные недостатки приводят к большому числу отказов оборудования тяговой сети, уменьшают пропускную способность, а также создают опасность при движении поездов, что не соответствует современным требованиям проектирования контактных сетей.

Широкое применение получили пружинные компенсаторы с различным (продольным или поперечным) расположением пружин, которые в своей основе используют сезонное свойство пластичности металлов изменять свою длину и форму под воздействием температуры окружающей среды. Когда при отрицательных температурах происходит уменьшение длины провода, в этот же момент сжимается пружина компенсатора и увеличивается натяжение фиксируемого троса [2]. Однако такой вид устройств компенсации не является абсолютно надежным, так как не предусматривает возможность фиксации анкеруемого провода при обрыве и все равно может привести к разрушению конструкции тяговой сети и задержке движения поездов.

Блочно-полиспастные компенсаторы представляют собой систему подвижных и неподвижных блоков, число которых позволяет регулировать натяжение контактной подвески. Данное устройство обеспечивает требуемое

натяжение провода на необходимой высоте относительно уровня головки рельса (далее — УГР) независимо от времени года, что позволяет проводить профилактические работы в любое удобное время. Но при всех своих достоинствах конструкция усложняется увеличением количества подвижных блочных элементов, которые часто заклинивает при резкой смене температур, что также приводит к обрыву троса компенсирующего устройства и падению грузов компенсатора.

Барабанный компенсатор имеет в своей конструкции «храповое колесо», закрепленное на рычагах, увеличивающих пространство для установки колес, диаметр которых будет больше, чем у «храпового колеса» [3]. Рычаги объединяют общей распоркой, чем повышают надежность работы компенсатора. При обрыве компенсируемого провода контактной подвески, благодаря правильному расположению частей и распределению нагрузки компенсатора, барабан стопорится фиксатором, что предотвращает полное разрушение подвески.

Для данного типа компенсаторов натяжения контактной сети можно использовать тормоз типа DFCB, который является интеллектуальной собственностью китайской компании Yangzhou Dongfang Support Hangers Co., Ltd. Компенсатор, в конструкции которого установлен тормоз типа DFCB, имеет диапазон номинального рабочего натяжения от 10 до 40 кН, однако в экстремальных условиях он способен выдержать до 60 кН. Диапазон эксплуатационных температур для такого компенсатора составляет от $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ при условии нагрева компенсируемого троса до $80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Храповый механизм данного устройства не имеет тормозных зубцов на плоских сторонах, что делает его производство значительно проще, а качество выше. Эффективность остановки фиксируемого троса тормозным механизмом близится к 100 %, это снижает силу удара после разрыва и делает относительно малым воздействие на опору. Максимально возможный тормозной путь провода составляет 70 мм, а гирлянды — 200 мм. Механизм упрощает подвеску груза за счет функции двухсторонней блокировки. Помимо всего выше описанного, значительно снижена трудоемкость монтажа и наладки по сравнению с известными аналогами (ком-

пенсатор барабанного типа с храповым колесом, блочно-полиспастный компенсатор), а также повышено качество монтажа. Это связано с небольшими габаритами несущей конструкции и монолитностью.

Несмотря на то, что заявленные производителем температурные условия эксплуатации удовлетворяют требованиям климатической зоны, в которой находится основная часть Свердловской области и, в частности, город Екатеринбург, по заказу производственного предприятия «МК-Транспортные технологии» сотрудниками Уральского государственного университета путей сообщения проводились исследования и испытания компенсатора контактной подвески, в который был установлен тормоз DFCB [4].

На рис. 1 представлена схема компенсатора DFCB с прямой фиксацией контактного провода и левосторонней установкой.

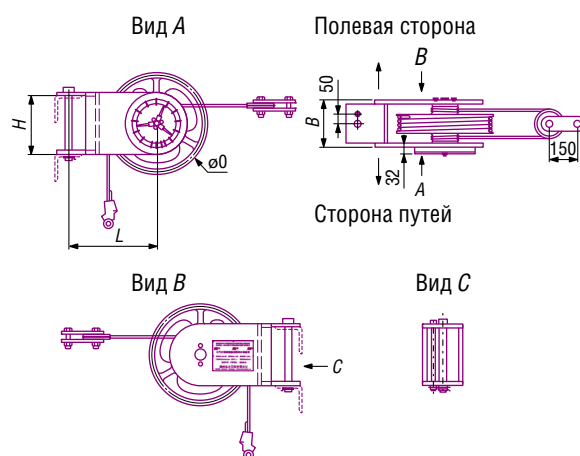


Рис. 1. Схема компенсатора DFCB с прямой фиксацией контактного провода и левосторонней установкой

В 2017 г. проводились испытания компенсатора в условиях эксплуатации, а также во время мероприятий, противодействующих гололедообразованию на проводах контактной подвески. Местом проведения испытаний стал участок пути на перегоне «228 км — Алтынай» Егоршинской дистанции электроснабжения. Результаты проведенных испытаний приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты проверки работы компенсирующего устройства

Вид проверки \ дата	02.10.17	09.10.17	16.10.17	23.10.17
Отсутствие обрывов компенсаторного троса	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие
Контроль расстояния от нижней части грузов компенсатора до земли в зависимости от температуры наружного воздуха	в норме	в норме	в норме	в норме
Прокачка грузов	успешно	успешно	успешно	успешно

В условиях повышения температуры компенсируемых проводов, обусловленного протеканием по ним больших токов при осуществлении режима плавки гололеда, компенсатор также показал себя с лучшей стороны. Устройство работало в штатном режиме, осуществляя все свои функции. При этом заеданий троса компенсатора или его рывков, а также срабатывания встроенного тормозного устройства зафиксировано не было.

По мнению специалистов научно-исследовательской лаборатории «САПР КС», испытанное оборудование может быть рекомендовано для эксплуатации на электрифицированных железных дорогах Российской Федерации, где применяется технология плавки гололеда.

Специалисты Уральского государственного университета путей сообщения по заказу производственного предприятия «МК-Транспортные технологии» провели IV этап исследования работы тросов компенсатора натяжения проводов контактной подвески со встроенным тормозом типа DFСВ при различных натяжениях [5]. В испытаниях были задействованы тросы С-70 и Diера. Исследования проводились на тросах,

не имеющих повреждений, а также с одной оборванной жилой. Результаты проведенных испытаний приведены в табл. 2.

По результатам исследований сделан вывод о том, что оба троса можно применять в компенсаторах, эксплуатируемых на главных и боковых путях электрифицированных железных дорог с различными скоростями движения.

Компенсаторы блочного и блочно-полиспасного типов остаются в прошлом, со временем появляется необходимость модернизации, обусловленная, во-первых, увеличением интенсивности движения, во-вторых, повышением надежности оборудования.

Барабанный компенсатор со встроенным тормозом типа DFСВ

может стать одной из главных альтернатив компенсаторам блочного и блочно-полиспасного типов.

В настоящее время результаты опытно-конструкторских работ используются при производстве опытных образцов компенсаторов такого механизма в Екатеринбурге компанией «МК-Транспортные технологии». Цель данных работ — реализация программы по импортозамещению аналогов, эксплуатируемых в контактных сетях российских железных дорог. Планируется усовершенствовать сторонний механизм, адаптировав его для проведения мероприятий по предупреждению гололедообразования.

В октябре 2022 г. запланированы испытания на участке Свердловской железной дороги. **ИТ**

Таблица 2

Результаты исследования натяжения тросов компенсатора

Марка троса	Повреждения	Максимальная выдерживаемая нагрузка
С-70	без повреждений	89,9 кН/кг
Diера	без повреждений	64,8 кН/кг
	с оборванной жилой	62 кН/кг

Список литературы

- ГОСТ 32623–2014. Компенсаторы контактной подвески железной дороги. Общие технические условия (перездание). Введ. 01.07.2015. ОАО ЦНИИС, 2019. 12 с.
- Крапивин Н. В. Применение пружинного компенсатора со встроенным тормозом для повышения качества токосъема в местах сопряжений анкерных участков // Инновационный транспорт. 2017. № 1 (23). С. 33–36. ISSN 2311–164X.
- Михайлин А. В. Ретрактор — это новый компенсатор // Локомотив. 2012. № 8 (668). С. 41–42. ISSN 0869–8147.
- Ковалев А. А., Крапивин Н. В. Исследование работы устройств компенсации натяжения в контактной подвеске // Транспорт Урала. 2018. № 4 (59). С. 86–90. ISSN 1815–9400.
- Ковалев А. А., Крапивин Н. В., Кардаполов А. А. Испытание компенсирующего устройства со встроенным тормозом при проведении мероприятий по плавке гололеда на проводах контактной подвески // Инновационный транспорт. 2020. № 2 (36). С. 57–60. ISSN 2311–164X.

References

- GOST 32623-2014. Railway catenary compensators. General technical conditions (reprint). Introduction. 01.07.2015. JSC TSNIIS, 2019. 12 p.
- Krapivin N. V. The use of a spring compensator with a built-in brake to improve the current collection quality at the junctions of anchor sections // Innovative Transport. 2017. No. 1 (23). P. 33–36. ISSN 2311-164X.
- Mikhailin A. V. Retractor is a new compensator // Locomotive. 2012. No. 8 (668). P. 41–42. ISSN 0869-8147.
- Kovalev A. A., Krapivin N. V. Investigation of the operation of tension compensation devices in the catenary system // Transport of the Urals. 2018. No. 4 (59). P. 86–90. ISSN 1815-9400.
- Kovalev A. A., Krapivin N. V., Kardapolov A. A. Testing of a compensating device with a built-in brake during ice melting activities on catenary wires // Innovative Transport. 2020. No. 2 (36). P. 57–60. ISSN 2311-164X.



**Алексей Васильевич
Завадич**
Alexey V. Zavadich



**Александр Васильевич
Смолянинов**
Alexander V. Smolyaninov

Конструктивные изменения в четырехосных полувагонах с деревянной обшивкой кузова за период изготовления с 1948 по 1949 год

Structural changes in four-axle gondola cars with wooden body covering manufactured from 1948 to 1949

Аннотация

Это четвертая по счету публикация, в которой авторы продолжают рассказывать о разработке и проектировании конструкций вагонов и их элементов на Уралвагонзаводе. Рассматриваемые конструкции полувагонов оборудовались автосцепкой, на корпусе которой располагалась «уха», что обеспечивало возможность сцепления с вагонами, не оборудованными автосцепкой.

Хребтовая балка полувагона выполнена цельной по сечению и длине. Стойки боковой стены также цельные по длине и горячекатаные по исполнению. Требовавшееся понижение оси автосцепки достигнуто за счет применения пятника меньшей высоты и увеличения эксцентриситета оси автосцепки относительно нейтральной оси хребтовой балки.

Ключевые слова: Уралвагонзавод, полувагон, хребтовая балка, зеты, стойка боковой стены, шкворневая балка, ось автосцепки, понижение.

Abstract

This is the fourth publication in which the authors continue to give an account of the development and design of wagon structures and their elements at Uralvagonzavod. The structures of gondola cars under consideration were equipped with the automatic coupling, on the body of which there was an “ear”, which provided the possibility of coupling with cars not equipped with the automatic coupling.

The ridge beam of the gondola car is made solid in cross-section and length. The side wall posts are also solid in length and hot-rolled in execution. The required lowering of the auto-coupling axis was achieved using the smaller height and increase in eccentricity of the auto-coupling axis relative to the neutral axis of the ridge beam.

Keywords: Uralvagonzavod, gondola cars, ridge beam, zeta, side wall post, pivot beam, auto coupling axis, lowering.

Авторы Authors

Алексей Васильевич Завадич, с 1937 по 1987 г. инженер-конструктор бюро проектирования кузовов полувагонов Уральского конструкторского бюро вагоностроения (УКБВ) | Александр Васильевич Смолянинов, д-р техн. наук, профессор кафедры «Вагоны» Уральского государственного университета путей сообщения (Ур-ГУПС), Екатеринбург; e-mail: asmolyaninov@inbox.ru

Alexey V. Zavadich, from 1937 to 1987, design engineer of the gondola car body design bureau, the Ural car building design bureau (UCBDB) | Alexander V. Smolyaninov, doctor of technical science, professor, «Wagons» department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg; e-mail: asmolyaninov@inbox.ru

Введение

В работе приведен материал, описывающий конструктивное исполнение узлов и деталей серийного полувагона грузоподъемностью 60 т с деревянной обшивкой кузова. Начиная с этой конструкции проекты полувагонов стали обозначать как модель. В данном случае это модель 12-37. Моделирование конструкций всех типов вагонов сохраняется до настоящего времени, например, модель 12-196-04 — полувагон 196-й модели с некоторыми конструктивными изменениями (04) по отношению к базовой.

Современный модельный ряд грузовых вагонов содержит следующие обозначения: 11 — крытые вагоны; 12 — полувагоны; 13 — платформы универсальные и фитинговые, 23 — узкоспециализированные; 19 (11) — крытые вагоны-хопперы с 1986 г., 11 — первые вагоны-хопперы в период с 1961 по 1982 г., так как в тот период времени они относились к крытым вагонам; 20 и 22 — открытые узкоспециализированные вагоны-хопперы; 15 (17) — цистерны (узкоспециализированные); 31 и 32 — четырехосные вагоны-самосвалы; 33 — четырех- и шестисосные вагоны-самосвалы.

Прорывным техническим решением в области вагоностроения стало применение хребтовой балки, состоящей из двух зетов № 31 и двутавра № 19, сваренных между собой автоматической электродуговой сваркой [1].

Разработаны конструктивные решения понижения оси автосцепки от уровня головки рельса, актуальные и в настоящее время. При разработке и внедрении инновационных полувагонов с нагрузкой от оси на рельсы 265 кН (27 тс) разработчики столкнулись с проблемой обеспечения сцепляемости новых вагонов с вагонами и локомотивами существующего парка. Сотрудниками Всесоюзного научно-исследовательского центра транспортных технологий Объединенной вагонной компании были найдены технические решения, в последующем реализованные на полувагонах моделей 12-9548-01 и 02 [2].

Четырехосный полувагон с деревянной обшивкой кузова и объемом 64,7 м³ грузоподъемностью 60 т выпускался по 1957 г. В период с 1958 по 1962 г. полувагоны имели грузоподъемность 62 т и в последующие годы до 1964 г. включительно — 63 т.

Основными конструктивными особенностями являются:

- автосцепка с «ухом» и буферные устройства с плоскими и выпуклыми дисками для сцепления с вагонами, не оборудованными автосцепкой;
- хребтовая балка цельного исполнения взамен составного [2], сохранившаяся до настоящего времени;
- сварные трехэлементные стойки боковой стены заменены штампованными по аналогии с шкворневыми;
- конструктивно решена проблема понижения оси автосцепки по отношению к уровню головок рельсов.

Четырехосный полувагон грузоподъемностью 60 т с деревянной обшивкой кузова 1948 г.

1. Материал деталей кузова и рамы: Ст3-4 для сильно нагруженных (расчетные напряжения более 0,75 допускаемых); Ст2-3-4 для деталей, менее нагруженных (расчетные напряжения менее 0,75 допускаемых).

2. Гондола п/с 60 т 1948 г. имеет:

а) высоту фермы 1880 мм;

б) объем кузова 64,7 м³;

в) автоматический тормоз Матросова и воздухо-распределитель «М» условный № 320 (черт. 37.04.1сб); г) автосцепку СА-3 модернизированную, с ухом (черт. 48.06.5сб и 48.06.19сб);

д) буфер: с плоской тарелкой (черт. 48.06.1сб); с выпуклой тарелкой (черт. 48.06.10сб).

3. Отсутствуют боковые двери, в связи с чем:

а) в дверном проеме вместо боковых дверей введены два раскоса толщиной 8 мм с продольным гофром и сдвоенная косынка на верхнем поясе для крепления дверных раскосов;

б) снят верхний порог из уголка 80×55×10 мм на верхнем поясе фермы в дверном проеме;

в) снято усиление нижнего пояса полосой 12×50 мм;

г) снято усиление дверной зетовой стойки полосой 8×80 мм;

д) снята на нижнем поясе фермы скоба с эллиптическим отверстием для нижней тяги запора и на верхнем поясе гнездо для верхней тяги запора боковых дверей;

е) на дверных зетовых стойках сняты державки петель боковых дверей (24 шт.).

4. Хребтовая балка сварная (рис. 1). Корытная балка [3] заменена хребтовой балкой, состоящей из двух зетов № 31 и двутавра № 19, сваренных между собой автоматической электродуговой сваркой. Расстояние между стенками хребтовой балки — 327 мм (впоследствии размер был увеличен до 350 мм). Элементы балки цельные по длине.

5. Сварные упоры люка на поперечных балках рамы заменены штампованными, с закрытым внизу гофром.

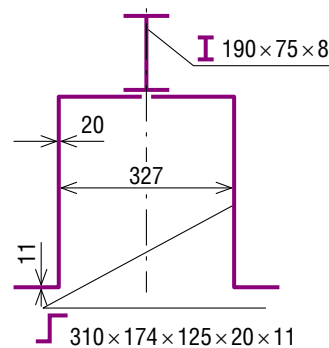


Рис. 1. Сечение хребтовой балки и ее элементов

6. Концевой раскос толщиной 8 мм штампованный, с продольным гофром заменен усиленным раскосом из уголка 75×75×8 мм.

7. Промежуточная стойка сварная из трех элементов заменена штампованной, из листа толщиной 6 мм, по размерам аналогичной шкворневой стойке (шкворневая стойка толщиной 7 мм).

8. Обшива кузова по длине имеет два стыка и состоит из досок длиной по концам 3500 мм и в средней части 5120 мм.

9. На каждый пояс фермы в промежутке от передней балки до шкворневой установлен вертикальный лист, штампованный из листа 8×330 мм вместо сварного из отдельных деталей.

10. Упрощен привод режимного переключателя тормоза: два длинных вала, два сектора и два подшипника для валов заменены кронштейном из полосы и короткой рукоятки.

11. Скоба, удерживающая дверь в открытом положении, перенесена с верхнего пояса фермы на верхний пояс дверей.

В таком случае четырехосный полувагон с деревянной обшивкой кузова 1948 г. имеет следующее конструктивное исполнение.

1. Основные элементы рамы

1.1. Балка передняя:

- а) порог изогнутый из полосы 8×80 мм;
- б) лобовой лист Г-образный штампованный из листа 10 мм, габариты 535×350 мм;
- в) две планки под буферные стаканы 25×280×350 мм;
- г) нижний лист — штампованный из листа толщиной 10 мм, габариты 360×280 мм;
- д) средний вырез под автосцепку в нижнем листе усилен угольником 100×75×10 мм;
- е) передняя балка соединена с вертикальным листом фермы штампованной коробкой;
- ж) розетка автосцепки крепится к лобовому листу на заклепках и обваркой по углам швами длиной 80–100 мм;
- з) на передней балке крепится поручень сцепщика со стороны, противоположной установке расцепного рычага автосцепки, и со стороны постановки подножки составителя;
- и) на передней балке устанавливается на болтах М16 кронштейн сигнального фонаря;
- к) в месте планки под буферный стакан устанавливаются по два ребра жесткости от верхнего до нижнего листа;
- л) к одному из ребер и нижнему листу на заклепках крепятся литые упоры люка.

1.2. Балка шкворневая, одностенчатая, с масленкой и маслопроводом для смазки пятника (рис. 2):

- а) верхний лист — 12×70 мм;
- б) вертикальный лист 206×495×1290 мм толщиной 10 мм;

в) нижний лист 12×420 мм в месте постановки пятника, листы сечения сварены между собой электродуговой сваркой;

г) на нижнем листе установлен на заклепках скользящий литой, совмещенный в одной отливке с упорами люка;

д) над каждым скользящим помещаются по 4 ребра жесткости, приваренные к вертикальному листу и нижнему листу;

е) в средней части шкворневой балки под хребтовой балкой устанавливается усиленный пятник по черт. У-5030 (или 38.07.115-6) на заклепках 22 мм.

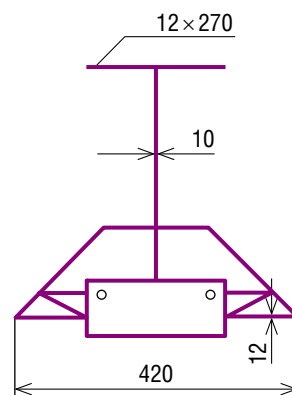


Рис. 2. Сечение шкворневой балки посередине

1.3. Промежуточная и средняя балки рамы:

- а) верхний лист 10×160 мм;
- б) вертикальный лист толщиной 8 мм, габариты 210×340×1290 мм;
- в) угольник нижний с разманкованным концом на нижний лист поперечной балки;
- г) лист нижний поперечной балки 10×160×940 мм;
- д) упоры люка с закрытым гофром сечением 12×160 мм, между собой соединяются заклепкой и привариваются к вертикальному листу и нижнему угольнику поперечной балки (рис. 3).

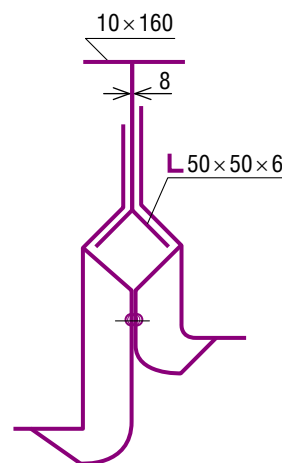


Рис. 3. Конструктивное исполнение упора крышки люка

1.4. Хребтовая балка рамы:

а) состоит из двух зетов № 31 (310×174×125×20×11 мм) и двутавра № 19 (ГЛ-47 190×75×8 мм), сваренных между собой электродуговой сваркой;

б) внутри хребтовой балки в районе шкворневой балки вварены две диафрагмы толщиной 16 мм, одна из них с отверстием 100 мм для осмотра нахождения на месте шкворня тележки, а также два уголка 90×90×12 мм (под усиленный пятник по черт. 38.07.115 или У-5030);

в) в местах поперечных балок — прямоугольная вырезка в стенке зета для прохода нижних листов поперечных балок и по одной диафрагме толщиной 8 мм, связывающей зеты хребтовой балки;

г) для соединения вертикальных листов с двутавром хребтовой балки приняты косынки: толщиной 10 мм для шкворневых и толщиной 8 мм для промежуточных и средних балок;

д) на концах хребтовой балки к зетам приклепаны упоры автосцепки:

- два передних на расстоянии 390 мм от розетки до рабочей части;
- два задних упора на расстоянии 625 мм от рабочей части передних упоров.

1.5. Верхние листы поперечных балок рамы соединены с горизонтальной полкой нижнего пояса фермы ромбовидными накладками: двумя с каждой стороны средних и промежуточных балок и тремя с каждой стороны шкворневых балок. Толщина планок 10 мм.

1.6. На двутавре хребтовой балки приклепаны заклепки диаметром 16 мм 42 державки петель люка. Петли люка: или гнутые из листа толщиной 14 мм, или литые по черт. 37.09.148, или кованные по черт. 37.09.098.

2. Ферма боковой стены включает в себя:

а) верхний пояс — швеллер 140×60×8 мм;

б) нижний пояс — угольник 150×100×12 мм;

в) угловую стойку — штампованную из листа толщиной 8 мм;

г) шкворневую стойку — штампованную корытообразную из листа толщиной 7 мм;

д) промежуточную стойку — штампованную, по размерам шкворневой, но из листа 6 мм;

е) среднюю стойку из зета № 10 100×75×6,5 мм;

ж) вертикальный лист фермы из листа толщиной 8 мм (8×330 мм), от угловой стойки до шкворневой;

з) на нижнем поясе фермы приклепаны заклепки диаметром 22 мм пять скоб для подтягивания крышек люка (рис. 4), скобы штампованные с перемычкой.

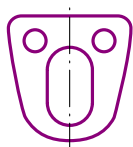


Рис. 4. Скоба для подтягивания крышки люка

3. Двери торцевые включают в себя:

а) верхний пояс — швеллер 140×60×8 мм;

б) нижний пояс — уголок 100×75×10 мм, изогнутый;

в) угольник петель — 75×75×8 мм с зенкованными отверстиями;

г) стойки крайняя и средняя — зет 100×75×6,5 мм;

д) верхняя петля — уголок 90×90×12 мм;

е) верхний запор — откидной крючок, входящий при закрывании в овальные отверстия соседнего верхнего пояса;

ж) нижний запор — изогнутая полоса — вертушка сечением 10×40 мм, в закрытом положении заходит за порог двери и удерживает дверь от открывания вовнутрь;

з) скоба, удерживающая дверь в открытом положении, перенесена с верхнего пояса фермы на верхний пояс двери (на верхнем поясе фермы скоба сминалась захватом вагоноопрокидывателя).

4. Крышка люка и люки

Крышка люка шестигрфовая из листа толщиной 6 мм. Боковые обвязки крышки люка из уголка 75×75×10 мм. Кронштейны запорного механизма из уголка 75×75×12 мм, приварные. Петли — кованные, крепятся к крышке заклепками диаметром 16 мм.

На вагоне установлено 14 крышек люков:

а) 10 средних с низкими кронштейнами запорного механизма;

б) 4 надтележечных — с удлиненными кронштейнами для обхода вертикального листа фермы;

в) закидки запорного механизма с короткой нижней частью, не предусматривающей соскальзывание закидки с кронштейна при подъеме крышек пневматическими подъемниками после разгрузки на эстакадах;

г) секторы — с приварными кольцами.

Проект четырехосного полувагона с деревянной обшивкой грузоподъемностью 63 т с пониженной осью автосцепки

Настоящий проект предусматривает введение ГОСТ 3616–65 на пятник (высотой 90 мм вместо 110), уменьшение высоты автосцепки от головки рельс до размера 1030 мм (вместо 1040–1080 мм, номинальный 1060 мм) согласно письму ЦВ МПС № 229-ЦВА от 26.04.1966 г.

Подсчитанный по действующим на 1966 г. чертежам номинальный размер оси автосцепки от уровня головки рельс для 4-осного полувагона равен 1059 мм (схема 48.06.30сб-4сх-1). Для получения размера 1030 мм ось автосцепки необходимо понизить на 1059–1030 = 29 мм.

Понижение оси автосцепки выполнено за счет уменьшения высоты пятника на 20 мм и за счет увеличения эксцентриситета оси автосцепки относительно нейтральной оси хребтовой балки на 9 мм.

В связи с понижением автосцепки:

1. Над тяговым хомутом устанавливаются две планки (черт. 515.02.266), ограничивающие, в соответствии с ГОСТ 3475–62, вертикальные отклонения тягового хомута.

2. Снизу тяговый хомут поддерживает планка (черт. 515.02.270), прогиб которой увеличен с 7 мм у серийной до 16 мм.

3. Передние упоры автосцепки (черт. 515.02.265) усилены: увеличена толщина боковых стенок с 13 до 14 мм, верхней плоскости — с 12 до 14 мм, стенок — с 17 до 14 мм, изменена конструкция корыта, увеличена толщина перемычек козырька упора. Упор крепится к вертикальным полкам зетов хребтовой балки 38 заклепками диаметром 24 мм вместо 34 заклепок диаметром 22 мм и четырьмя заклепками диаметром 24 мм к верхним полкам. Усиленные задние упоры (черт. 508.02.226) заимствованы с восьмиосного полувагона, которые крепятся 36 заклепками диаметром 24 мм вместо 30 заклепок диаметром 22 мм у полувагона серийного производства.

Возможность понижения оси автосцепки в четырехосном полувагоне проверена выяснительным чертежом 50-Р-11724, из которого видно, что полувагон беспрепятственно проходит горку вагоноопрокидывателя с углом наклона до $4^{\circ}34'$. Расчет на прочность показывает, что напряжения в хребтовой балке с пониженной осью автосцепки не превышают допускаемых.

Согласно схеме чертежа № 48.06.30сб-5сх-1, высота установки автосцепки колеблется в пределах $1029,5^{+42,8}_{-33,8}$. Расчетный допуск на высоту пятника от головки рельс — 801^{+29}_{-23} , на высоту автосцепки — $1029^{+24,8}_{-28,8}$.

4. В связи с уменьшением высоты автосцепки изменена конструкция опорной балки авторежима тележки ЦНИИ-х3-0 (черт. 61.41.111).

5. При опущенной на 20 мм раме, с целью устранения возможности задевания скользуна рамы полувагона о верхние концы опорной балки авторежима при прохождении вагона в кривой, крепление опорной балки на боковинах тележки понижено на 67 мм и осуществлено на нижнем ребре кронштейна подвески трианге-

ля боковины (черт. 61.41.001), в связи с этим изменена конструкция кронштейна подвески триангеля боковины тележки (черт. 61.41.108–7).

6. С целью увеличения гарантийного зазора между магистральной трубой тормоза полувагона и опорной балкой авторежима тележки на 22 мм изменен гиб швеллера балки (черт. 61.41.014 и 61.41.111).

В связи с изменением высоты швеллера опорной балки изменена привязка предохранительных кронштейнов на шкворневой балке (черт. 61.01.027).

Покольку шкворневые балки с подпятниковым местом по ГОСТ 3616–54 и ГОСТ 3616–65 взаимозаменяемы и отличаются только высотой бурта под шкворень, чистотой поверхности бурта под шкворень по диаметру 77 мм и верхним радиусом внутреннего конуса подпятникового места по диаметру 302, оставлена серийная шкворневая балка по черт. 61.01.102–4 с подпятниковым местом по ГОСТ 3616–54.

7. Во избежание касания вертикального рычага тележки о корпус авторежима авторежим усл. № 265–002 поднят на 20 мм.

8. Понижение оси автосцепки повлекло за собой ряд конструктивных изменений рамы (черт. 515.02.001–4):

а) усилены заклепки, крепящие лобовой лист к переднему упору с диаметра 22 мм на 24;

б) укорочены упоры крышек люков (черт. 515.02.250 и 515.02.252), и введено ребро 515.02.254 взамен заклепки 16×50 мм;

в) уменьшен угол открывания крышек надтележечных люков на 30° ;

г) уменьшена высота скользуна на 20 мм;

д) введение переднего (черт. 515.02.265) и заднего (черт. 508.02.225) упоров изменили количество и привязку отверстий под заклепки в зетах хребтовой балки;

е) изменены усиления на задний упор и количество заклепок 22×55 мм — 96 штук на 40 штук; вводятся заклепки 24×60 мм — 64 штуки; заклепка 24×65 мм — 72 штуки.

Таким образом, изменения, связанные с введением пятника по ГОСТ 3616–65, привели к невазможнозаменяемости тележек и рам полувагона. **ИТ**

Список литературы

1. ГОСТ 5267.0–90 — ГОСТ 5267.13–90. Профили горячекатаные для вагоностроения. Общие технические условия. Издательство стандартов. 1990. 50 с.
2. ГОСТ 5267.3–90. Профиль зетовый для хребтовой балки.
3. ГОСТ 5267.5–90. Профиль двутавровый № 19 для хребтовой балки.
4. Савушкин Р. А. Автосцепка СА-3Т для вагонов тяжеловесного движения: особенности конструкции и технологии изготовления / Р. А. Савушкин, А. М. Орлова, М. А. Кудрявцев, С. А. Пономарёв, О. А. Бройтман, Ю. А. Безобразов // Вагоны и вагонное хозяйство. 2018. № 1 (53). С. 30–32.
5. Завадич А. В., Смольянинов А. В. Четырехосный полувагон грузоподъемностью 60 тонн с деревянной обшивкой кузова 1947 года, модель 12–37 // Инновационный транспорт. Екатеринбург, 2021. № 3 (41). С. 50–57. ISSN 2311–164X.

References

1. GOST 5267.0-90 — GOST 5267.13-90. Hot-rolled profiles for railway car building. General technical conditions. Publishing House of Standards. 1990. 50 p.
2. GOST 5267.3-90. The Z profile for a ridge beam.
3. GOST 5267.5-90. I-beam profile No. 19 for the ridge beam.
2. Savushkin R. A. Auto-coupling SA-3T for heavy-duty wagons: design features and manufacturing technology / R. A. Savushkin, A. M. Orlova, M. A. Kudryavtsev, S. A. Ponomarev, O. A. Broitman, Yu. A. Bezobrazov // Railway Cars and Rolling Stock. 2018. No.1 (53). P. 30–32.
3. Zavadich A. V., Smolyaninov A. V. A four-axle gondola car with a load capacity of 60 tons with a wooden body covering, manufactured in 1947, model 12-37 // Innovative transport. Yekaterinburg, 2021. No. 3 (41). P. 50–57. ISSN 2311-164X.



Александр Евгеньевич
Чернышов

Alexander E. Chernyshov



Ирина Анатольевна
Юшкова

Irina A. Yushkova

Модель системы плавного бесконтактного (реакторного) регулирования напряжения в среде MATLAB Simulink

Model of a smooth contactless (reactor) system for regulation of voltage in the MATLAB Simulink environment

Аннотация

В статье рассмотрена разработанная модель системы плавного бесконтактного (реакторного) регулирования напряжения (БАРН) в среде MATLAB Simulink. Проведен анализ полученных в результате моделирования системы БАРН осциллограмм выпрямленного напряжения и тока. Рассмотрены внешние граничные характеристики регулируемого преобразовательного агрегата повышенной мощности в составе системы БАРН. Приведены перспективные направления совершенствования разработанной модели в дальнейших исследованиях.

Ключевые слова: тяговая подстанция, постоянный ток, преобразовательный агрегат, преобразовательный трансформатор, выпрямительный преобразователь, управляемый реактор, регулирование напряжения, компьютерное моделирование.

Abstract

The article considers the developed model of the system of smooth contactless (reactor) voltage regulation in the MATLAB Simulink environment. The analysis of the rectified voltage and current oscillograms obtained as a result of modeling this system is carried out. The external boundary characteristics of a regulated high-power converter unit as part of the mentioned system are considered. Promising directions for improving the developed model in further research are given.

Keywords: traction substation, direct current, converter unit, converter transformer, rectifier converter, controlled reactor, voltage regulation, computer simulation.

Авторы Authors

Александр Евгеньевич Чернышов, студент гр. ПСЖД-112 Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: aechernyshov@mail.ru | Ирина Анатольевна Юшкова, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электроснабжение транспорта» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: ibaeva@usurt.ru

Alexander E. Chernyshov, Student of gr. SZhD-112 of Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg; e-mail: aechernyshov@mail.ru | Irina A. Yushkova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of "Transport Power Supply" Department of Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg; e-mail: ibaeva@usurt.ru

Система плавного бесконтактного (реакторного) автоматического регулирования напряжения (БАРН) начала внедряться в 1972 г. на ряде электрифицированных по системе тягового электроснабжения постоянного тока 3,0 кВ участков Свердловской железной дороги. В настоящее время 109 регулируемых преобразовательных агрегатов (ПА) повышенной мощности в составе системы БАРН находятся в эксплуатации на 41 тяговой подстанции (ТП) постоянного тока Свердловской железной дороги и на восьми ТП постоянного тока направления Москва — Санкт-Петербург [1, 2]. Конструктивное исполнение, теория, особенности работы и эксплуатации системы БАРН подробно рассмотрены в работах [1, 3–5]. В этих работах также приведены математические модели, позволяющие производить аналитические расчеты различных режимов работы системы БАРН.

В настоящее время для решения ряда эксплуатационных, проектировочных и исследовательских задач широко применяется компьютерное моделирование различных электротехнических устройств и систем с использованием специального программного обеспечения. Таким образом, в условиях сложившихся тенденций задача разработки модели системы БАРН, позволяющей получать достоверные результаты при компьютерном моделировании в современном программном обеспечении, является актуальной.

В данной статье рассматривается модель системы БАРН, объектом регулирования которой является преобразовательный трансформатор (ПТ) типа ТРДП-16000/10Ж У1, а исполнительным регулируемым устройством — управляемый реактор (УР) РТДП-6300/10Ж У1 типа НР1 — УР2 (неуправляемый реактор 1 — управляемый реактор 2). Регулятором в системе БАРН является шкаф автоматического управления напряжением типа ШАУН5, разработанный с использованием современной электронной и микропроцессорной базы. Выпрямительный преобразователь (ВП) выполнен по эквивалентной двенадцатипульсовой схеме выпрямления с последовательным соединением мостов. В рассматриваемой модели может быть применен любой тип ВП с указанной схемой выпрямления. Перечисленные устройства применяются в настоящее время при строительстве новых и реконструкции существующих ТП постоянного тока. На некоторых действующих ТП постоянного тока продолжают эксплуатироваться ПТ, УР, ВП и ШАУН, внедряемые на ранних стадиях развития системы БАРН.

Особенностью алгоритма управления, реализованного в ШАУН5, является применение релейного режима работы при осуществлении подмагничивания УР2. В этом случае постоянный ток управления (I_y) имеет два дискретных значения: 0 А и 45 А. Такой вариант реализации позволяет обеспечить относительную погрешность регулирования $\pm 0,6\%$ при стабилизации выпрямленного напряжения (U_d) и изменении тока нагрузки (I_d) регулируемого ПА

в диапазонах от 3500 В до 3800 В и от 0 А до 3150 А соответственно. ШАУН5 обеспечивает 16 различных характеристик стабилизации (с номерами от 0 до 15) выпрямленного напряжения с шагом регулирования 25 В в указанном диапазоне. Таким образом, при моделировании системы БАРН наибольший интерес представляют два режима работы УР2. Первому режиму соответствует полное размагничивание УР2 ($I_y = 0$ А), а второму — полное намагничивание УР2 ($I_y = 45$ А).

Модель системы БАРН с учетом приведенных особенностей работы разработана в среде *MATLAB Simulink*, обладающей широким функционалом, и входящей в ее состав библиотеке блоков *SimPowerSystem (SPS)* [6].

Разработанная модель системы БАРН в прикладной программе *MATLAB Simulink* на базе блоков библиотеки *SPS* представлена на рис. 1.

Исходные данные для вычисления параметров моделей ПТ и УР приняты в соответствии с паспортными данными, прилагаемыми с технической документацией завода-изготовителя ООО «Эльмаш (УЭТМ)» [1, 3–5]. Параметры модели ПТ определены в соответствии с методиками, изложенными в работах [6–10].

Создание модели, позволяющей с достаточной точностью описать переходные процессы и режимы работы УР2 в соответствии с реализованным алгоритмом управления и подмагничивания ШАУН5, в прикладной программе *MATLAB Simulink* на базе имеющейся библиотеки блоков *SPS* крайне затруднено. Такая модель может быть описана дифференциальными уравнениями, составленными в соответствии с общими законами и теорией электротехники. Однако применение такого подхода требует больших математических выкладок. В связи с этим модель УР2 системы БАРН с учетом некоторых допущений реализована в виде переменной индуктивности с постоянным активным сопротивлением, характеризующим потери в медных обмотках. Модель НР1 реализована по такому же принципу, за исключением постоянной индуктивности, значение которой установлено заводом-изготовителем и приведено в технической документации при поставке. В рассматриваемой модели системы БАРН не реализован алгоритм управления ШАУН5, что, в свою очередь, также является одним из допущений. Значение индуктивности УР2 задается напрямую отдельным блоком.

Анализируя полученные осциллограммы выпрямленного напряжения и тока регулируемого ПА повышенной мощности, соответственно, при полном размагничивании и намагничивании УР2 (рис. 2, 3) можно сделать вывод о достоверности результатов разработанной модели системы БАРН.

За один период (20 мс) кривые выпрямленного напряжения и тока имеют 12 пульсаций. Наличие тока нагрузки обуславливает срез кривой выпрямленного напряжения ввиду явления коммутации из-за наличия значительной индуктивности. Полученные при моделировании

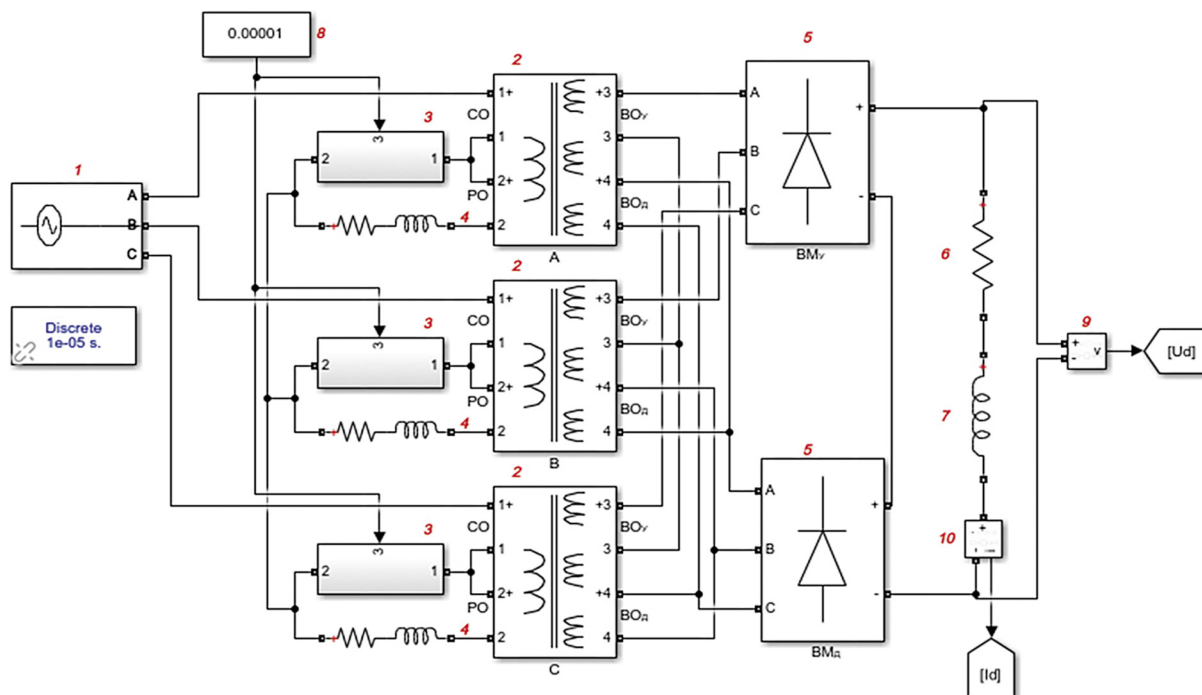


Рис. 1. Модель системы БАРН в MATLAB Simulink:

1 — идеальный трехфазный источник питания переменного напряжения; 2 — фаза ПТ; 3 — УР2; 4 — НР1; 5 — выпрямительный мост преобразователя; 6 — активная нагрузка; 7 — сглаживающий реактор; 8 — блок задания значения индуктивности УР2; 9 — блок измерения выпрямленного напряжения; 10 — блок измерения выпрямленного тока

действующие значения выпрямленного напряжения и тока отличаются от теоретических и паспортных значений, приведенных в [3], менее чем на 5%. При полном размагничивании УР2 и работе регулируемого ПА на холостом ходу (ХХ) значение выпрямленного напряжения составляет 3460 В. При полном намагничивании УР2 выпрямленного напряжения ХХ регулируемого ПА составляет 4085 В, а при работе на номинальную нагрузку ($I_{дн} = 3150$ А) — 3796 В. При полном размагничивании УР2 и номинальной нагрузке регулируемого ПА ($I_{дн} = 3150$ А) наблюдается значительное снижение выпрямленного напряжения до уровня 2882 В (рис. 4).

Значительное снижение выпрямленного напряжения регулируемого ПА обусловлено падением напряжения на УР ввиду его большого полного сопротивления. Следовательно, работа регулируемого ПА повышенной мощности в составе системы БАРН в длительном режиме при полном размагничивании УР2 недопустима ввиду высокой вероятности

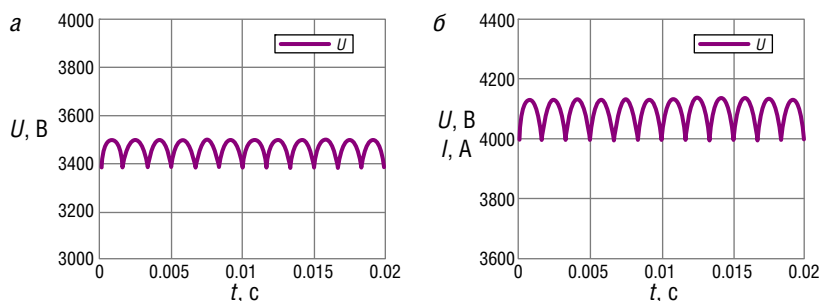


Рис. 2. Осциллограммы выпрямленного напряжения при работе регулируемого ПА повышенной мощности в составе системы БАРН на ХХ ($I_d = 0$ А):

а — при полном размагничивании УР2 ($I_y = 0$ А);
б — при полном намагничивании УР2 ($I_y = 45$ А)

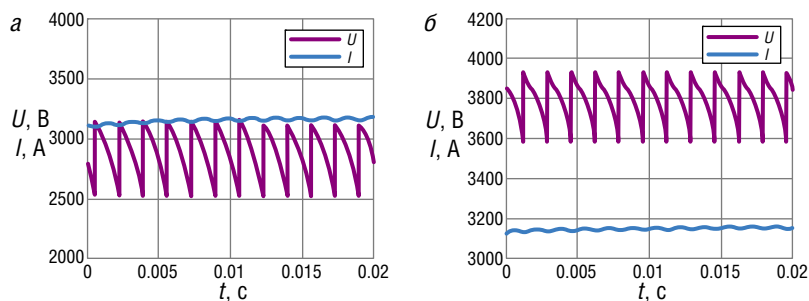


Рис. 3. Осциллограммы выпрямленного напряжения при работе регулируемого ПА повышенной мощности в составе системы БАРН на номинальную нагрузку ($I_{дн} = 3150$ А):

а — при полном размагничивании УР2 ($I_y = 0$ А);
б — при полном намагничивании УР2 ($I_y = 45$ А)

выхода из строя УР из-за термического воздействия тока силовой цепи. При эксплуатации системы БАРН необходимо обеспечить минимальное подмагничивание УР2 при появлении и увеличении тока нагрузки регулируемого ПА. Приведенные выводы также указаны в инструкции по эксплуатации ШАУН5.

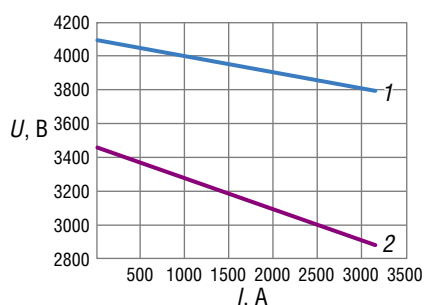


Рис. 4. Внешние характеристики регулируемого ПА повышенной мощности в составе системы БАРН: 1 — при полном намагничивании УР2 ($I_y = 45 \text{ A}$); 2 — при полном размагничивании УР2 ($I_y = 0 \text{ A}$)

Методом итерации (последовательных приближений) определены значения индуктивности при полном размагничивании и намагничивании УР2, которые составили 3400 мГн и 0,01 мГн соответственно. Приведенные значения

индуктивности являются граничными, так как последующее их увеличение или уменьшение не приводит к существенным изменениям выпрямленного напряжения и тока регулируемого ПА. На основании полученных граничных значений индуктивности можно сделать вывод о том, что индуктивное сопротивление УР2 изменяется в широких пределах от минимального до максимального значения.

Приведенная в данной статье модель с достаточной точностью позволяет моделировать различные режимы работы системы БАРН в среде *MATLAB Simulink* с использованием библиотеки блоков *SPS*. Полученные при моделировании значения выпрямленного напряжения и тока регулируемого ПА повышенной мощности в составе системы БАРН отличаются от теоретических и паспортных значений незначительно, относительная погрешность составляет менее 5 %. При дальнейшем исследовании разработанная модель системы БАРН требует доработок, позволяющих более точно моделировать переходные процессы и режимы работы УР в соответствии с алгоритмом управления и подмагничивания ШАУН5. Требуется реализация алгоритма работы ШАУН5, позволяющего обеспечить стабилизацию выпрямленного напряжения регулируемого ПА при изменении тока нагрузки путем подмагничивания УР2 ток управления. **ИТ**

Список литературы

1. Аржанников Б. А., Набойченко И. О. Концепция усиления системы тягового электроснабжения постоянного тока 3,0 кВ : монография. Екатеринбург : УрГУПС, 2015. 258 с. ISBN 978-5-94614-337-0.
2. Баева И. А. Совершенствование методики расчета системы тягового электроснабжения постоянного тока на основе устройств регулирования напряжения: специальность 05.22.07 «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация» : дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук / Баева Ирина Анатольевна; Уральский государственный университет путей сообщения. Екатеринбург, 2020. 157 с.
3. Аржанников Б. А. Тяговое электроснабжение постоянного тока скоростного и тяжеловесного движения поездов : монография. Екатеринбург : УрГУПС, 2012. 207, [1] с. ISBN 978-5-94614-235-9.
4. Аржанников Б. А. Система управляемого электроснабжения электрифицированных железных дорог постоянного тока : монография. Екатеринбург : УрГУПС, 2010. 176 с. ISBN 978-5-94614-161-1.
5. Аржанников Б. А. Устройства регулирования напряжения преобразовательных трансформаторов под нагрузкой : учеб. пособие / Б. А. Аржанников. 2-е изд., испр. и доп. Екатеринбург : УрГУПС, 2018. 123, [1] с.
6. Черных И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink. Москва : ДМК Пресс, 2007. 288 с. ISBN 5-94074-395-1. URL: <https://e.lanbook.com/book/1175> (дата обращения: 15.09.2022).

References

1. Arzhannikov B. A., Naboychenko I. O. The concept of strengthening the 3.0 kV DC traction power supply system : monograph. Yekaterinburg : USURT, 2015. 258 p. ISBN 978-5-94614-337-0.
2. Baeva I. A. Improvement of methodology for calculating DC traction power supply system based on voltage regulation devices: specialty 05.22.07 "Railway rolling stock, train traction and electrification" : dis. for the degree of Candidate of Technical Sciences / Irina A. Baeva; Ural State University of Railway Transport. Yekaterinburg, 2020. 157 p.
3. Arzhannikov B. A. Traction DC power supply of high-speed and heavy-duty train traffic : monograph. Yekaterinburg : USURT, 2012. 207, [1] p. ISBN 978-5-94614-235-9.
4. Arzhannikov B. A. System of controlled power supply of electrified DC railways : monograph. Yekaterinburg : USURT, 2010. 176 p. ISBN 978-5-94614-161-1.
5. Arzhannikov B. A. Voltage regulation devices of converter transformers under load : textbook. manual / B. A. Arzhannikov. 2nd ed., rev. and enlarged. Yekaterinburg : USURT, 2018. 123, [1] p.
6. Chernykh I. V. Modeling of electrical devices in MATLAB. SimPowerSystems and Simulink. Moscow : DMK Press, 2007. 288 p. ISBN 5-94074-395-1. URL: <https://e.lanbook.com/book/1175> (accessed on: 09/15/2022).

7. Новаш И. В. Румянцев Ю. В. Расчет параметров модели трехфазного трансформатора из библиотеки MATLAB-Simulink с учетом насыщения магнитопровода // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2015. № 1. С. 12–24. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23338880>.
8. Тарасовский Т. С. Совершенствование системы бесконтактного автоматического регулирования напряжения с использованием индуктивных и полупроводниковых приборов: специальность 2.9.3 «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки)» : дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук / Тарасовский Тимофей Сергеевич; Уральский государственный университет путей сообщения. Екатеринбург, 2021. 175 с.
9. Боровиков В. А., Косарев В. К., Ходот Г. А. Электрические сети энергетических систем : учебник для техникумов. 3-е изд., перераб. Л. : Энергия, 1977. 292 с.
10. Герасименко А. А., Кинев Е. С., Чупак Т. М. Электроэнергетические системы и сети. Версия 1.0 : конспект лекций. Электрон. дан. (7 Мб). Красноярск : ИПК СФУ, 2008.
7. Novash I.V. Rumyantsev Yu.V. Calculation of parameters of a three-phase transformer model from the MATLAB-Simulink library taking into account saturation of the magnetic circuit // Energy. Proceedings of higher educational institutions and energy associations of the CIS. 2015. No. 1. pp. 12–24. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23338880>.
8. Tarasovsky T. S. Improving the system of contactless automatic voltage regulation using inductive and semiconductor devices: specialty 2.9.3 “Railway rolling stock, train traction and electrification (technical sciences)” : dis... for the degree of Candidate of Technical Sciences / Timofey Sergeyevich Tarasovsky; Ural State University of Railway Transport. Yekaterinburg, 2021. 175 p.
9. Borovikov V. A., Kosarev V. K., Khodot G. A. Electric networks of energy systems : textbook for technical schools. 3rd ed., reprint L. : Energiya, 1977. 292 p.
10. Gerasimenko A. A. Kinev E. S., Chupak T. M. Electric power systems and networks. Version 1.0 : lecture notes. Electron. data. (7 MB). Kasnoyarsk : IPK SFU, 2008.



Артем Владимирович
Меженков

Artem V. Mezhenkov

Теоретические основы повышения безопасности в транспортной системе города развитием процесса светофорного регулирования

Theoretical foundations for improving safety in the urban transport system by developing the process of traffic light regulation

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы повышения безопасности движения в транспортной системе города. Необходимость решения данного вопроса возникла из-за недостаточного снижения аварийности на пересечениях после введения на них светофорного регулирования. Решение данной проблемы предполагается путем выявления отрицательных сторон светофорного регулирования и соответствующего влияния на кинематику движения транспортных средств на подходах и площади перекрестка.

Ключевые слова: безопасность движения, светофорное регулирование, транспортный поток.

Abstract

The article discusses the issues of improving traffic safety in the transport system of the city. The need to address this issue arose due to insufficient reduction of accidents at intersections after the introduction of traffic light regulation there. The solution to this problem is supposed to be done by identifying the negative sides of traffic light regulation and the corresponding effect on kinematics of vehicle traffic on the approaches and intersection area.

Keywords: traffic safety, traffic light regulation, traffic flow.

Авторы Authors

Артем Владимирович Меженков, старший преподаватель кафедры «Транспортные технологии» Автомобильно-дорожного института Донецкого национального технического университета, г. Горловка, Донецкая Народная Республика; e-mail: ekar8481@mail.ru

Artem V. Mezhenkov, senior teacher of the department «Transport technologies», Automobile and Highway Institute, Donetsk National Technical University, Gorlovka, Donetsk People's Republic; e-mail: ekar8481@mail.ru

Автомобиль сегодня стал неотъемлемой частью жизни людей. Резкий рост автомобилизации в европейских странах коснулся России и Украины. Если в 2010 г. автомобилизация в России составляла 249 автомобилей на 1000 человек, то уже в 2020 г. этот показатель вырос до 388. [1, 2]. Однако увеличение числа автомобилей на дорогах страны, кроме повышения комфорта передвижения, приводит к негативным последствиям: увеличению аварийности, снижению скорости транспортных потоков, загрязнению окружающей среды... Так, согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), во всем мире в результате дорожно-транспортных происшествий (ДТП) ежедневно погибают более 3 тыс. человек и около 100 тыс. получают серьезные травмы. Ежегодно в ДТП от 20 до 50 млн человек получают различного рода травмы, а жертвами становятся более 1,25 млн человек (186 тыс. из них дети), этот показатель остается практически неизменным с 2007 г. [3].

Для надежной и качественной работы транспорта необходимо прежде всего качественное развитие транспортных систем городов, которое в настоящее время заметно отстает (снижение скорости движения, пропускной способности). Расширение улично-дорожной сети (УДС) городов и повышение ее плотности приводят к увеличению количества перекрестков на одном уровне. Хотя перекрестки занимают незначительную площадь УДС, на них сконцентрирована наибольшая доля всех ДТП [4]. Дополнительно необходимо отметить, что рассматриваемые явления формируются как в естественных условиях улично-дорожной сети, так и под дополнительным воздействием применяемого светофорного регулирования в транспортной системе города. Это выражается в создании дополнительных уплотнений в транспортных потоках на площадях и соответствующих подходах к перекресткам, за счет создания которых повышается интенсивность взаимодействия транспортных потоков и, как следствие, снижается безопасность движения в транспортной системе города в целом.

Все вышесказанное доказывает необходимость решения научно-практической задачи повышения безопасности движения в транспортной системе города развитием процесса светофорного регулирования.

Светофорное регулирование на перекрестках необходимо вводить при наличии хотя бы одного из пяти условий, указанных в [5]. При этом количество фаз, схемы пофазного разъезда и их очередность не нормируются и определяются проектировщиком индивидуально, на основании личного опыта [6]. На одном и том же перекрестке можно реализовать разные режимы светофорного регулирования, которые в различной степени будут обеспечивать безопасность движения. Следовательно, появляется необходимость выявления факторов, влияющих на степень изменения безопасности движения на перекрестках со светофорным регулированием, обосновывая пути его развития.

Анализ режимов движения транспортных средств в транспортных узлах на УДС показал их зависимость от ограничений по двум основным факторам: от способа регулирования движения на пересечении и от наличия в текущий момент времени транспортных средств на территории проезжей части перекрестка, выполняющих определенные маневры. Среди основных характеристик дорожного движения, которые можно измерить, на перекрестках следует считать усредненные значения интенсивностей движения по соответствующим направлениям с геометрическими характеристиками соответствующих траекторий движения [7].

Главной теоретической основой введения светофорного регулирования из существующих пяти критериев [5] является соотношение интенсивности движения на пересекающихся улицах. Однако отмеченная в [5] причина внедрения светофорного регулирования характеризуется опосредованно, без раскрытия сути осложнений движения на территории перекрестка с увеличением интенсивности движения на пересекающихся улицах. Указанное увеличение интенсивности обуславливает рост количества транспортных средств, находящихся в текущий момент времени на площади перекрестка, выполняющих определенные маневры и создающих препятствия друг для друга в маневрировании. Светофорное регулирование по своим принципам работы разделяет проезд транспортных средств во времени путем полного или частичного запрета выезда на территорию перекрестка транспортных средств конфликтного направления, что позволяет упростить условия движения на перекрестке по количеству маневров и по количеству участвующих в них транспортных средств.

Светофорное регулирование обеспечивает минимизацию количества транспортных средств, находящихся на площади перекрестка в текущий момент времени. Наличие определенного количества транспортных средств на площади перекрестка в конкретный момент времени формирует соответствующую дорожно-транспортную ситуацию, которую воспринимают водители указанных транспортных средств и в пределах которой формируются условия возникновения конкретных ДТП. За счет светофорного регулирования кинематика движения транспортных средств существенно меняется и на подходах к перекрестку, где формируются соответствующие дорожно-транспортные ситуации и в пределах которых тоже возникают условия для будущих ДТП.

Следует отметить, что работа светофорного регулирования оказывает неоднозначное влияние на безопасность движения транспортных средств через перекрестки в транспортной системе города. Наблюдаются негативные явления, проявляющиеся в дополнительном уплотнении транспортных потоков на подходах к перекрестку и на подходах к конфликтным точкам в соответствующих фазах регулирования, и, как следствие,

увеличивается интенсивность взаимодействия транспортными средствами в конфликтных точках указанных фаз.

Уплотнение транспортных потоков имеет достаточно детерминированную природу [8], которая раскрывается в образовании очередей транспортных средств, формирующихся в течение горения красных сигналов светофоров на соответствующих направлениях.

В связи с появлением возможности описания процесса уплотнений транспортных потоков на подходах к перекрестку и площади перекрестка появилась также возможность описания с соответствующей формализацией взаимодействия транспортных средств в конфликтных точках по фазам регулирования на перекрестке. Уплотнение транспортных потоков и взаимодействие транспортных средств являются предпосылками ДТП в условиях существенного сокращения дистанций

(вплоть до минимально возможной дистанции в очереди на красный сигнал) между транспортными средствами. Все вышесказанное обосновывает возможность повышения безопасности движения в областях регулируемых перекрестков путем разработки и внедрения мер по уменьшению интенсивности взаимодействий соответствующих транспортных средств в виде развития технологии светофорного регулирования.

Таким образом, в исследовании теоретически обоснована возможность повышения безопасности движения на транспортной сети городов путем соответствующего влияния на кинематику движения транспортных средств на подходах и площади перекрестка с целью снижения плотности транспортных потоков и уменьшения соответствующего конфликтного взаимодействия транспортных средств по фазам регулирования. **ИТ**

Список литературы

1. Автомобилизация // Википедия. Свободная энциклопедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/автомобилизация> (дата обращения: 14.01.2022).
2. Список стран по количеству автомобилей на 1000 человек // Википедия. Свободная энциклопедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Список стран по количеству автомобилей на 1000 человек](https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_количеству_автомобилей_на_1000_человек) (дата обращения: 14.01.2022).
3. Статистика ДТП в России и мире. Досье: 22.04.2016. URL: <https://tass.ru/info/3233185> (дата обращения: 14.01.2022).
4. Справочник по безопасности дорожного движения, обзор мероприятий по безопасности дорожного движения / под ред. В. В. Сильянова. ОСЛО-МОСКВА-ХЕЛЬСИНКИ, 2001. 576 с.
5. ДСТУ 4092–2002. Безопасность дорожного движения. Светофоры дорожные. Общие технические требования, правила применения и требования безопасности. Введ. 01.01.2003. Киев : Госстандарт Украины 2003. 22 с.
6. Полозенко П. М. Комплексна оцінка режимів світлофорного регулювання на перехрестях : автореф. дис. на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Київ: 1999. 15 с.
7. Меженков А. В., Дудніков О. М. Можливість підвищення безпеки руху зменшенням інтенсивності взаємодії транспортних потоків за вимогами світлофорного регулювання на перехрестях // Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании '2012». Вып. 4, т. 1. Одесса : КУПРИЕНКО, 2012. С. 62–64.
8. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими / пер. с англ. М. : Транспорт, 1972. 424 с.

References

1. Motorization // Wikipedia. Free encyclopedia. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/автомобилизация> (accessed on: 14.01.2022).
2. List of countries by number of cars per 1000 people // Wikipedia. Free encyclopedia. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/List of countries by the number of cars per 1000 people](https://ru.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_the_number_of_cars_per_1000_people) (accessed on: 14.01.2022).
3. Statistics of road accidents in Russia and the world. Dossier: 22.04.2016. URL: <https://tass.ru/info/3233185> (accessed on: 14.01.2022).
4. Handbook on Road Safety, review of road safety measures / edited by V. V. Silyanov. OSLO-MOSCOW-HELSINKI, 2001. 576 p.
5. DSTU 4092-2002. Road safety. Traffic lights on the road. General technical requirements, application rules and safety requirements. Introduction. 01.01.2003. Kiev : Gosstandart of Ukraine 2003. 22 p.
6. Polozenko P. M. Complex assessment of traffic light regulation modes at intersections: abstract of the dissertation for the degree of candidate of technical sciences. Kiev : 1999. 15 p.
7. Mezhenkov A. V., Dudnikov O. M. The possibility of improving traffic safety by reducing the intensity of interaction of traffic flows according to the requirements of traffic light regulation at intersections // Collection of scientific papers SWorld. Materials of the international scientific and practical conference "Modern problems and their solution in science, transport, production and education '2012". Issue 4, vol. 1. Odessa : KUPRIENKO, 2012. P. 62–64.
8. Drew D. Theory of transport flows and their management / trans. from English M. : Transport, 1972. 424 p.

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>

Извещение	<p>Получатель: Ассоциация выпускников УЭМИИТ-УрГУПС КПП: <u>667001001</u> ИНН: <u>6670317893</u> ОКТМО: <u>65701000</u> Р/сч.: <u>40703810863010000192</u> в: ПАО КБ «УБРИР» филиал ССБ БИК: <u>046577795</u> К/сч.: <u>30101810900000000795</u> Код бюджетной классификации (КБК): _____ Платеж: Пожертвование для поддержки научных журналов УрГУПС Плательщик: _____ Адрес плательщика: _____ ИНН плательщика: _____ № л/сч. плательщика: _____ Сумма: _____ руб. ____ коп. Подпись: _____ Дата: «___» _____ 2022 г.</p>
Квитанция	<p>Получатель: Ассоциация выпускников УЭМИИТ-УрГУПС КПП: <u>667001001</u> ИНН: <u>6670317893</u> ОКТМО: <u>65701000</u> Р/сч.: <u>40703810863010000192</u> в: ПАО КБ «УБРИР» филиал ССБ БИК: <u>046577795</u> К/сч.: <u>30101810900000000795</u> Код бюджетной классификации (КБК): _____ Платеж: Пожертвование для поддержки научных журналов УрГУПС Плательщик: _____ Адрес плательщика: _____ ИНН плательщика: _____ № л/сч. плательщика: _____ Сумма: _____ руб. ____ коп. Подпись: _____ Дата: «___» _____ 2022 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)

Иновационный 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

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

Иновационный транспорт

(наименование издания)

Стоимость 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 7.1-2003, 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.

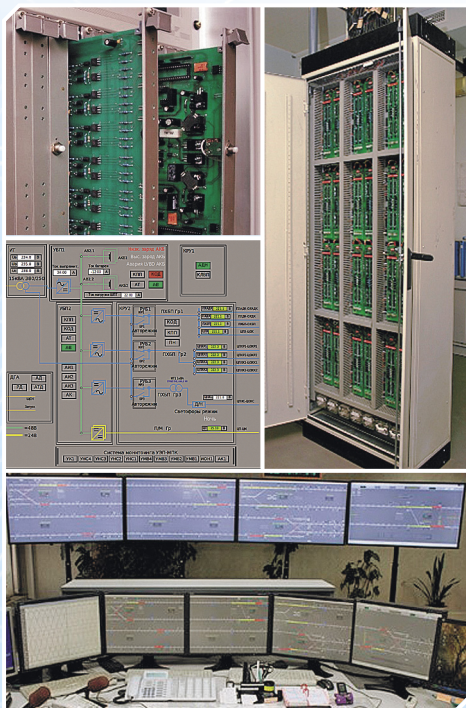
6. Рисунки и таблицы. Таблицы должны быть снабжены заголовками, а рисунки — подписями. Расположение заголовков: слово «Таблица» — в правый край таблицы; название таблицы располагается по центру над таблицей. В рисунках (диаграммах и графиках) слово «Рис.», номер и название рисунка располагаются по центру 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. Веб-сайт: 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. Веб-сайт: www.sapr-ks.usurt.ru

