

ТРАНСПОРТ
НАУКА, ТЕХНИКА, УПРАВЛЕНИЕ
НАУЧНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ СБОРНИК
TRANSPORT
SCIENCE, EQUIPMENT, MANAGEMENT
SCIENTIFIC INFORMATION COLLECTION

Издается с 1990 г.

№ 1

Москва 2023

Научный информационный сборник «ТРАНСПОРТ: наука, техника, управление» включен в новый ПЕРЕЧЕНЬ рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидатов наук, на соискание ученой степени докторов наук (Перечень ВАК). Действует с 28.12.2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ЛОГИСТИКА

- Куренков П. В., Герасимова Е.А., Иванов А.П., Хуснутдинов А.И.** Выбор схемы мультимодальной доставки по критериям Лапласа, Вальда, Сэвиджа и Гурвица 3
- Поспелова Л.Н.** Мультиагентные системы в перевозочном процессе 9

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ

- Гордиенко А.А.** Исследование коммерческих неисправностей на железнодорожном транспорте 13
- Ларин О.Н. Оюунгарав А.** Перспективы цифровизации транспортного сектора Монголии 19
- Пультяков А.А., Алексеенко В.А.** Организация работы центров технической диагностики и мониторинга устройств автоматики и телемеханики на Восточном полигоне 23

ВОЗДУШНЫЙ ТРАНСПОРТ

- Иванов В.А.** Компетентностная модель выпускника летного училища 29

ГОРОДСКОЙ ТРАНСПОРТ

- Пагин В.В., Оганесян Т.Л.** Анализ состояния транспортной системы муниципального образования город Краснодар, текущие проблемы и способы решения 33
- Мякишев В.С., Гладилин В.А., Шаталов А.И.** Экономическая составляющая автоматизации городских парковок 43
- Левченко К.И., Курбатова А.В.** Международный опыт использования двухэтажных поездов для перевозки пассажиров в городских агломерациях 47

ДРУГИЕ ВИДЫ ТРАНСПОРТА

- Гордеев Б.А., Охулков С.Н., Ермолаев А.И., Титов Д.Ю., Плехов А.С.** Зависимость динамической жесткости магнитореологического демпфера от числа дроссельных каналов, соединяющих рабочие камеры 52
- Информация для авторов. Этические правила публикаций 63

CONTENTS

LOGISTICS

- Kurenkov P. V., Gerasimova E.A., Ivanov A.P., Khusnutdinov A.I.** Choosing a multimodal delivery scheme according to Laplace, Wald, Savage and Hurwitz criteria 3
- Pospelova L.N.** Multi-agent systems in the transportation process..... 9

RAILWAY TRANSPORT

- Gordienko A.A.** Research of commercial malfunctions by railway transport 13
- Larin O.N., Oyungarav A.** Prospects for digitalization of the transport sector of Mongolia 19
- Pulyakov A.V., Alekseenko V.A.** Organization of work of centers for technical diagnostics and monitoring of automation and telemechanics devices at the Eastern polygon..... 23

AIR TRANSPORT

- Ivanov V.A.** Competence model of a flight School Graduate 29

URBAN TRANSPORT

- Pagin V.V., Oganessian T.L.** Analysis of the state of the transport system of the Krasnodar municipality, current problems and solutions 33
- Myakishev V.S., Gladilin V.A., Shatalov A.I.** The economic component of the automation of urban parking 43
- Levchenko K.I., Kurbatova A.V.** International experience of using double-deck trains for transporting passengers in urban areas 47

OTHER MODES OF TRANSPORT

- Gordeev B.A., Okhulkov S.N., Ermolaev A.I., Titov D.Yu., Plekhov A.S.** Dependence of the dynamic stiffness of the magnetorheological damper on the number of throttle channels connecting the working chambers 52
- Information for authors. Ethical rules of publications 63

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ СБОРНИКА

(по состоянию на 27.07.2021 г.)

Наукометрический показатель	Значение
Двухлетний импакт-фактор в РИНЦ	0,319
Двухлетний импакт-фактор с учетом цитирования из всех источников	0,775
Пятилетний импакт-фактор в РИНЦ	0,246
Число статей за год в РИНЦ	134

ЛОГИСТИКА

Научная статья

УДК 656.073

DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-1

ВЫБОР СХЕМЫ МУЛЬТИМОДАЛЬНОЙ ДОСТАВКИ ПО КРИТЕРИЯМ ЛАПЛАСА, ВАЛЬДА, СЭВИДЖА И ГУРВИЦА

Куренков Петр Владимирович, Герасимова Елена Анатольевна, Хуснутдинов Азат Ильдарович
(Самарский государственный университет путей сообщения. СамГУПС, г. Самара, Россия)
petrkurenkov@mail.ru, husnutdinov.azat@yandex.ru

Иванов Артемий Павлович
(Российский университет транспорта, МИИТ, Москва, Россия)
artemiy.p.ivanov@gmail.com

***Аннотация.** В настоящее время стоит задача научной разработки методов эффективной организации мультимодальных логистических проектов. Рассматриваются возможные варианты доставки холодильников Haier C4F 744 CWG из Японии в Нижний Новгород.*

***Ключевые слова:** мультимодальная перевозка, логистика, транспортировка*

***Для цитирования:** Куренков П.В., Герасимова Е. А., Хуснутдинов А. И., Иванов А.П. Выбор схемы мультимодальной доставки по критериям Лапласа, Вальда, Сэвиджа и Гурвица // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2023. № 1. С. 3-8. DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-1.*

LOGISTICS

Scientific article

CHOOSING A MULTIMODAL DELIVERY SCHEME ACCORDING TO THE CRITERIA OF LAPLACE, WALD, SAVAGE AND HURWITZ

Peter V. Kurenkov, Elena A. Gerasimova, Azat I. Khusnutdinov
(Samara State University of Railway Transport, Samara, Russia)
petrkurenkov@mail.ru, husnutdinov.azat@yandex.ru

Artemiy P. Ivanov
(Russian University of Transport, Moscow, Russia)
artemiy.p.ivanov@gmail.com

***Abstract.** Presently, there is a task of scientific development of methods for the effective organization of multimodal logistics projects. Possible options for delivery of Haier C4F 744 CWG refrigerators from Japan to Nizhny Novgorod are being considered.*

***Keywords:** multimodal transportation, logistics, transportation*

***For citation:** Kurenkov P.V., Gerasimova E. A., Khusnutdinov A. I., Ivanov A.P. Choosing a multimodal delivery scheme according to Laplace, Wald, Savage and Hurwitz criteria // Transport: science, equipment, management. Scientific information collection. 2023. N. 1. P. 3-8. DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-1.*

Введение

За последние несколько лет особенно важными стали задачи, связанные с перспективами развития новых транспортных проектов и модернизацией существующей инфраструктуры, что еще больше актуализирует задачу организации эффективного управления мультимодальными транспортными потоками.

По мере дальнейшего развития России, расширения ее внутренних и внешних транспортно-экономических связей, роста объемов производства и повышения уровня жизни населения значение транспорта и его роль как системообразующего фактора будут только

возрастать. Реформирование железнодорожного транспорта выявило много вопросов, связанных с его дальнейшим функционированием, как в области внутриотраслевой конкуренции, так и взаимоотношений с другими видами транспорта.

В настоящее время стоит задача научной разработки методов эффективной организации мультимодальных логистических проектов.

Рассмотрим возможные варианты доставки холодильников Haier C4F 744 CWG из Японии в Нижний Новгород.

Определение вариантов транспортировки

В таблице 1 и на рис. 1 рассмотрены возможные маршруты доставки груза. При этом необходимо учесть, что для всех маршрутов доставки груза предусматривается использование автомобильного транспорта. Доставка осуществляется из г. Фукуока до терминала грузополучателя.

Таблица 1

Характеристика вариантов доставки

№ маршрута	Маршрут	Способ транспортировки
1	Фукуока - Владивосток - Нижний Новгород	Морской - ж/д – авто
2	Фукуока - Владивосток - Нижний Новгород	Морской - авто – авто
3	Фукуока - Архангельск - Нижний Новгород	Морской - ж/д – авто
4	Фукуока - Архангельск - Нижний Новгород	Морской – авто – авто
5	Фукуока – Яньтай – Нижний Новгород	Морской – авто - ж/д
6	Фукуока – Яньтай – Нижний Новгород	Морской – авто – авто

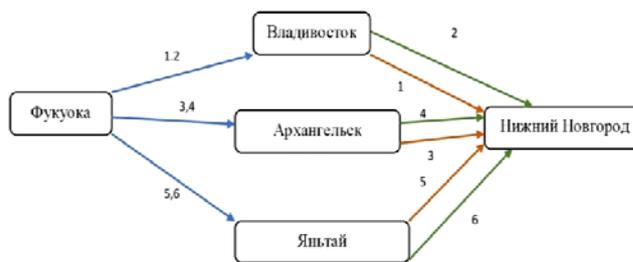


Рис. 1. Маршруты по направлению Фукуока – Нижний Новгород

- Морской транспорт (1,2 3,4 5,6)
- Ж/д транспорт (1 3 5)
- Автомобильный транспорт (2 4 6)

В результате решения задачи необходимо определить перечень работ на маршрутах различных видов транспорта по направлению Фукуока – Нижний Новгород, построить сетевой график схем доставки грузов, рассчитать параметры для различных схем доставки, выбрать схему доставки по критериям принятия решения в условиях неопределенности.

Построение сетевого графика и выбор схемы доставки по критериям наименьшего времени, стоимости и приведенной стоимости

Перечень работ, включаемых в сетевой график с их временными и стоимостными параметрами, представлен в таблице 2.

Таблица 2

Работы по доставке контейнерных грузов на направлении Фукуока - Нижний Новгород

№ работы	Характеристика работы	Стоимость, руб.	Время, дни	
1	2	Затамаживание груза в Фукуока	9000	1
2	3	Оформление документов и погрузка на морское судно	11000	2
3	4	Перевозка морским транспортом до Владивостока	35300	9
	5	Перевозка морским транспортом до Архангельска	65000	43
	6	Перевозка морским транспортом до Яньтай (Китай)	27500	5
4	7	Выгрузка с морского судна на ж/д во Владивостоке	7200	1
	8	Выгрузка с морского судна на автотранспорт во Владивостоке	7500	1
5	11	Выгрузка с морского судна на ж/д в Архангельске	7000	1
	12	Выгрузка с морского судна на автотранспорт в Архангельске	6300	0,8
6	9	Выгрузка с морского судна на автотранспорт в Яньтай (Южная Корея)	9000	1
	10	Выгрузка с морского судна на ж/д в Яньтай (Китай)	8500	1
7	15	Перевозка по ж/д из Владивостока в Нижний Новгород	115000	15
8	15	Перевозка автотранспортом из Владивостока в Нижний Новгород	35000	9
9	15	Перевозка автотранспортом из Яньтай (Китай) в Нижний Новгород	120000	12
10	13	Перевозка по ж/д из Яньтай (Южная Корея) в Забайкальск	380000	3
11	15	Перевозка по ж/д из Архангельска в Нижний Новгород	38000	3
12	15	Перевозка автотранспортом из Архангельска в Нижний Новгород	23000	1
13	14	Перегрузка с колеи 1435 на 1520 в Забайкальске	4800	1
14	15	Перевозка по ж/д из Забайкальска в Нижний Новгород	250000	10
15	16	Таможенная очистка груза в Хабаровске с/с	11000	3
	17	Таможенная очистка груза в Хабаровске таможенным брокером	18000	2
16	18	Доставка автотранспортом до грузополучателя	5000	0,2
17				

Анализируя маршруты доставки с учетом дополнительных нетранспортных составляющих, строится сетевой график, представляющий собой альтернативные варианты доставки (рис. 2).

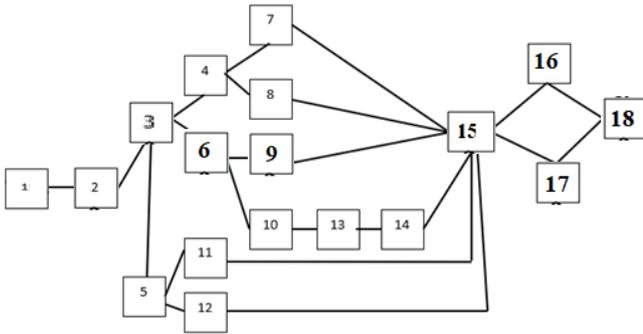


Рис. 2. Сетевой график схем доставки грузов по направлению Фукуока-Нижний Новгород

Параметры – время и стоимость - для каждой схемы доставки определяются как сумма соответствующих значений, а параметр приведенной стоимости по формуле (1).

$$C^* = (C_{\text{груза}} + C_m) \times (1 + \Delta)^n \quad (1)$$

где C^* - оценка стоимости груза и его доставки с учетом фактора времени и стоимости перевозимого груза, относимого на срок доставки (интегральная оценка);

$C_{\text{груза}}$ – закупочная стоимость груза;

C_m – стоимость перевозки;

$(1 + \Delta)^n$ - множитель наращивания процентов по процентной ставке (ставке дисконта) Δ за n периодов, $n = T/365$.

Цена за 1 Кондиционер Samsung AR09HQFNAWK/ER составляет 25 000р. Таким образом, общая цена: 25 000*300 = 7 500 000 рублей.

Необходимую величину процентной ставки для определения приведенной стоимости (ставки дисконта) примем на уровне средней банковской ставки по краткосрочным валютным кредитам в размере 15% в год.

Значения итоговых параметров, полученных в результате расчетов по каждому варианту доставки грузов, приведены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты расчета параметров для различных схем доставки

№ маршрута	Схема доставки	Время T, дн.	Стоимость C, руб	Приведенная стоимость C*, руб
1(1)	1,2,3,4,7,15,16,18	31,2	193500	13953892
1(2)	1,2,3,4,7,15,17,18	30,2	200500	13955632
2(3)	1,2,3,4,8,15,16,18	25,2	113800	13841398
2(4)	1,2,3,4,8,15,17,18	24,2	120800	13843164
3(5)	1,2,3,5,11,15,16,18	53,2	146000	14023459
3(6)	1,2,3,5,11,15,17,18	52,2	153000	14025231
4(7)	1,2,3,5,12,15,16,18	53	137300	14013507
4(8)	1,2,3,5,12,15,17,18	52	144300	14015282
5(9)	1,2,3,6,9,15,16,18	24,2	192500	13915531
5(10)	1,2,3,6,9,15,17,18	23,2	199500	13917266
6(11)	1,2,3,6,10,13,14,15,16,18	26,2	706800	14445678
6(12)	1,2,3,6,10,13,14,15,17,18	25,2	713800	14447215

Анализ результатов расчетов показывает, что при транспортировке 40-футового контейнера наиболее предпочтительными маршрутами доставки грузов являются:

1. По параметру «время» – маршрут 6(12) – доставка морским транспортом до Яньтай (Южная Корея), далее автомобильным транспортом до Москвы с проведением таможенных операций таможенным брокером, затем автомобильным транспортом до терминала грузополучателя (рис. 3).

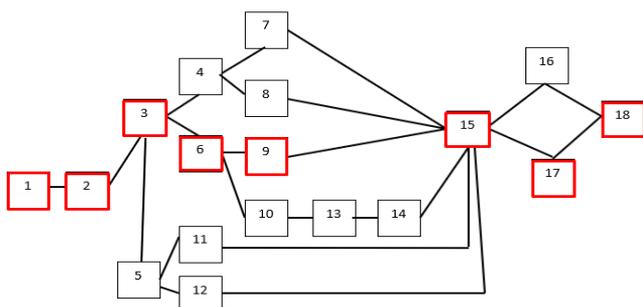


Рис. 3. Приоритетная схема доставки грузов по маршруту Фукуока - Нижний Новгород по критерию «время»

2. По параметру «стоимость» – маршрут 4 (7) – доставка груза морским транспортом до Архангельска, далее автомобильным транспортом до Москвы с проведением таможенных операций собственными силами, далее автомобильным транспортом до терминала грузополучателя (рисунок 4)

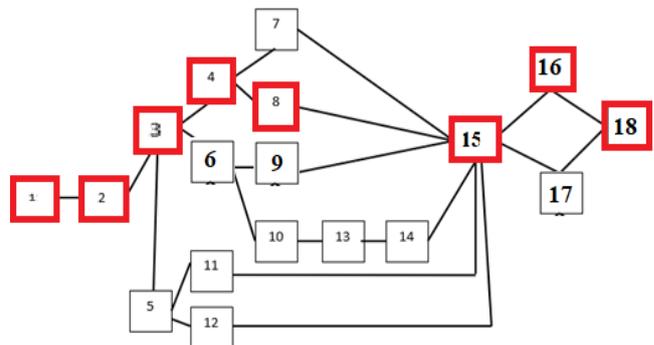


Рис. 4. Приоритетная схема доставки грузов по маршруту Фукуока-Нижний Новгород по критерию «стоимость»

3. По параметру «приведенная стоимость» – маршрут 2(4) – доставка груза морским транспортом до Владивостока, далее автомобильным транспортом до Москвы с проведением таможенных операций таможенным брокером, далее автомобильным транспортом до терминала грузополучателя (рис. 5)

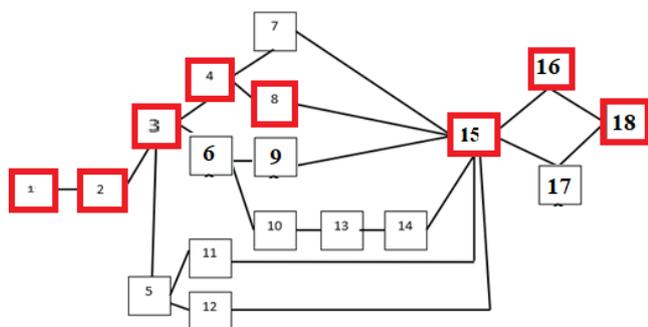


Рис. 5. Приоритетная схема доставки грузов по маршруту Фукуока - Нижний Новгород по критерию «приведенная стоимость»

Выбор схемы доставки по критериям Лапласа, Вальда, Сэвиджа и Гурвица

В виду неочевидности выбора по представленным значениям критериев выбора маршрутов доставки груза, воспользуемся критериями принятия решений в условиях неопределенности, а также подходами и методиками, опубликованными в работах [1-20].

Для получения сопоставимых результатов приведем параметры (таблица 3) в относительный вид, поделив

элементы каждого столбца на его минимальное значение (таблица 4).

Для рассматриваемых параметров определим значения искомым критериев в условиях неопределенности [1, 2, 4-14].

Критерий Лапласа. Все состояния природы S_j ($i = 1, p$) полагаются равновероятными. Вероятность будет равна $q_i = 1/3$. Для первого маршрута доставки найдем по формуле (2) - арифметическое значение потерь.

$$M_i(R) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n V_{ji} \quad (2)$$

$$M_i = 1/3 * (1,344828 + 1,700351 + 1,008127) = 1,351102$$

Аналогичным образом определяем M_i для всех остальных маршрутов. Минимальное значение M_i будет соответствовать искомому варианту доставки.

Для критерия Вальда следует определить наибольший элемент в каждой строке. Для первого маршрута наибольшее значение – 1,700351; для второго – 1,761863.

Критерий Сэвиджа основан на использовании матрицы рисков, элементы которой определяются по формуле, а затем из них выбирается наибольший.

Для определения искомого варианта доставки по критерию Гурвица следует найти сумму произведений наименьшего и наибольшего значений на коэффициент доверия $\alpha = 0,5$.

Результаты расчетов по всем критериям приведены в таблице 5.

Таблица 4

Относительные значения параметров доставки груза по маршруту Фукуока-Нижний Новгород различными видами транспорта

№ маршрута	Схема доставки	Относительные значения параметров		
		T (время)	C (стоимость)	C* (приведенная стоимость)
1(1)	1,2,3,4,7,15,16,18	1,344828	1,700351	1,008127
1(2)	1,2,3,4,7,15,17,18	1,301724	1,761863	1,008253
2(3)	1,2,3,4,8,15,16,18	1,086207	1	1
2(4)	1,2,3,4,8,15,17,18	1,043103	1,061511	1,000128
3(5)	1,2,3,5,11,15,16,18	2,293103	1,282953	1,013153
3(6)	1,2,3,5,11,15,17,18	2,25	1,344464	1,013281
4(7)	1,2,3,5,12,15,16,18	2,284483	1,206503	1,012434
4(8)	1,2,3,5,12,15,17,18	2,241379	1,268014	1,012563
5(9)	1,2,3,6,9,15,16,18	1,043103	1,691564	1,005356
5(10)	1,2,3,6,9,15,17,18	1	1,753076	1,005481
6(11)	1,2,3,6,10,13,14,15,16,18	1,12931	6,210896	1,043657
6(12)	1,2,3,6,10,13,14,15,17,18	1,086207	6,272408	1,043769

Результаты расчетов

№ маршрута	Схема доставки	Критерий Лапласа $M_j (R)$	Критерий Вальда $\max (V_{ji})$	Критерий Сэвиджа $\max (r_{ji})$	Критерий Гурвица $\min V_{ji} + (1 - a)\max V_{ji}$
1(1)	1,2,3,4,7,15,16,18	1,351102	1,700351	4,0954	1,354239
1(2)	1,2,3,4,7,15,17,18	1,35728	1,761863	1,0199	1,385058
2(3)	1,2,3,4,8,15,16,18	1,028736	1,086207	0,2326	1,043103
2(4)	1,2,3,4,8,15,17,18	1,034914	1,061511	0,1325	1,03082
3(5)	1,2,3,5,11,15,16,18	1,529736	2,293103	1,7442	1,653128
3(6)	1,2,3,5,11,15,17,18	1,535915	2,25	1,6279	1,631641
4(7)	1,2,3,5,12,15,16,18	1,50114	2,284483	1,7035	1,648459
4(8)	1,2,3,5,12,15,17,18	1,507319	2,241379	1,5872	1,626971
5(9)	1,2,3,6,10,13,14,15,16,18	1,246675	1,691564	6,8874	1,34846
5(10)	1,2,3,6,10,13,14,15,17,18	1,252852	1,753076	6,9449	1,376538
6(11)	1,2,3,6,9,15,16,18	2,794621	6,210896	0,7355	3,627277
6(12)	1,2,3,6,9,15,17,18	2,800794	6,272408	0,7930	3,658088

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что оптимальным вариантом доставки груза является маршрут 2 (4) - доставка груза морским транспортом до Владивостока, далее автомобильным транспортом до Нижнего Новгорода с проведением таможенных операций таможенным брокером, затем автомобильным транспортом до терминала грузополучателя.

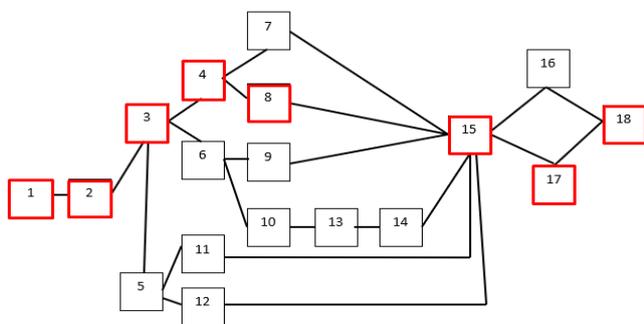


Рис. 6. Оптимальная схема доставки груза по результатам расчетов

Заключение

Рассмотрены варианты мультимодальной доставки холодильников из Японии в Нижний Новгород. Проведена оценка наиболее оптимального маршрута доставки. Выбор эффективного варианта доставки производился по критериям Лапласа, Вальда, Сэвиджа и Гурвица.

Список источников

1. Hurwitz L. Optimality Criteria for Decision Making under Ignorance // Colwes commission papers. 951, N. 370.
2. Savage L.J. Games with circular decision // J. Amer. Statist. Assoc., 1951, Vol. 46, №1. pp.55-67.
3. Savage L.J. The theory of statistical decision // J. Amer. Statist. Assoc., 1951, vol. 46, №1. pp.55-67.

4. Wald A. Note on zero-sum two-person games // Ann. Math., 1950, Vol. 52, №3, pp.749-742.
5. Wald A. Statistical decision functions. N. Y.: Wiley; L., Chapman & Hall, 1950.- 179 p.
6. Кузнецов Ю.Н., Кузубов В.И., Волощенко А.Б. Математическое программирование.- М.: «Высшая школа», 1980.- 291 с.
7. Куренков П.В., Котляренко А.Ф. Внешнеторговые перевозки в смешанном сообщении: экономика, логистика, управление.- Самара: СамГАПС, 2003.- 636 с.
8. Лабскер Л.Г. Игры со сравнимыми состояниями природы и маркетинг транспортных услуг // Транспорт: наука, техника, управление.- 2003.- №2.- С.7-13.
9. Лабскер Л.Г. Применение смешанных стратегий в игре со сравнимыми состояниями природы для принятия решений в маркетинге транспортных услуг // Транспорт: наука, техника, управление.- 2003.- №4.- С.18-28.
10. Лабскер Л.Г. Теория критериев оптимальности и экономические решения: монография.- М.: КНОРУС, 2008.- 744 с.
11. Лабскер Л.Г., Айбазова С.Х. Оптимизация издержек в транспортном аспекте логистической системы на основе синтетического критерия Гурвица // Управление риском.- 2013.- №2(66).- С.52-72.
12. Миронов А.Л. Методы моделирования логистических систем в условиях неопределенности / А.Л. Миронов, Ы.Э. Ташбаев // Транспорт. Экспедирование и логистика.- 2003.- №5.- С.2-5.
13. Орлов А.И. Теория принятия решений. Учебное пособие.- М.: Издательство «Экзамен», 2005.- 656 с.
14. Покровская О.Д. Логистическая классность железнодорожных станций // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения.- 2018, №2.- С.68-76.
15. Покровская О.Д. Определение параметров терминальной сети региона (на примере Кемеровской области) // Транспорт Урала.- 2012.- №1.- С.93-97.

16. Покровская О.Д., Коровяковский Е.К. Терминалистика – организация и управление в транспортных узлах // Известия Петербургского университета путей сообщения.- 2016.- Т.13.- №4.- С.509-520.

17. Покровская О.Д., Самуйлов В.М. Международная логистика Транссибирской магистрали: использование транзитного потенциала России // Инновационный транспорт.- 2016.- №3.- С.3-7.

18. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука.- 1979.- 284 с.

19. Черноруцкий И.Г. Методы принятия решений. С.-П.: изд-во «БХВ-Петербург».- 2005.- 416 с.

20. Четаев Н.Г. Устойчивость движения.- М: Наука, 1965.- 234 с.

Сведения об авторах

Куренков П. В. - доктор экон. наук, профессор кафедры «Управление транспортным бизнесом и интеллектуальные системы».

Тел. +7 4999723419.

Герасимова Е.А. - к.э.н., доцент, Самарский государственный университет путей сообщения (СамГУПС).

Хуснутдинов А.И. - аспирант, Самарский государственный университет путей сообщения (СамГУПС)

Иванов А. П. - аспирант, Российский университет транспорта (МИИТ).

Тел.+7-915-368-30-13

Information about the author

Kurenkov P. V. - Doctor (Econ.), Professor of the Department "Transport Business Management and Intelligent Systems".

Tel. +7 4999723419.

Gerasimova E.A. – Ph. D. (Econ.), Associate Professor, Samara State University of Communications (SamGUPS).

Khusnutdinov A.I. - post-graduate student, Samara State University of Communications (SamGUPS)

Ivanov A.P. - post-graduate student, Russian University of Transport (MIIT).

Tel.+7-915-368-30-13

Статья поступила в редакцию 02.10.2022, одобрена после рецензирования 20.10.2022, принята к публикации 16.11.2022.

The article was submitted 02.10.2022, approved after reviewing 20.10.2022, accepted for publication 16.11.2022.

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

ЛОГИСТИКА

Научная статья

УДК 656.02

DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-2

МУЛЬТИАГЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ В ПЕРЕВОЗОЧНОМ ПРОЦЕССЕ

Поспелова Любовь Николаевна

(Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук. ВИНТИ РАН)
pospelovaln@mail.ru

Аннотация. Рассмотрен перевозочный процесс с точки зрения внедрения интеллектуальных систем управления. В качестве описания технологии перевозочного процесса предлагается мультиагентная архитектура транспортной сети.

Ключевые слова: мультиагентная система, процесс перевозки, транспортные системы, интеллектуальные системы управления

Для цитирования: Поспелова Л.Н. Мультиагентные системы в перевозочном процессе. // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2023. № 1. С. 9-12. DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-2.

LOGISTICS

Scientific article

MULTI-AGENT SYSTEMS IN THE TRANSPORTATION PROCESS

Lyubov N. Pospelova

(All-Russian Institute of Scientific and Technical Information. VINITI of RAS)
pospelovaln@mail.ru

Annotation. The transportation process is considered from the point of view of the introduction of intelligent control systems. A multi-agent architecture of the transport network is proposed.

Keywords: multi-agent system, transportation process, transport systems, intelligent control systems

For citation: Pospelova L.N. Multi-agent systems in the transportation process. // Transport: Science, equipment, management. Scientific information collection. 2023. No. 1. P. 9-12. DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-2.

Введение

Применение когнитивных технологий в транспортных системах и транспортных процессах кардинальным образом изменит состояние всей транспортной системы страны. В настоящее время большой объем информационных программ, интеллектуальных разработок используются при эксплуатации различных видов транспорта, особенно в сегменте перевозочных процессов, где человеку-оператору необходимо в короткий промежуток времени выполнить достаточно широкий спектр действий [1].

Для реализации цифровых технологий, одним из перспективных направлений является создание цифровых двойников транспортной системы или транспортных узлов, которые необходимо исследовать. В качестве инструмента исследования можно использовать имитационное моделирование [2].

ПВ-сеть

Применение цифровых двойников с целью оценки перевозочного процесса не сможет в полном объеме сформировать информацию о надёжности или отказах, которые могут возникнуть при функционировании

транспортной системы. Поэтому, цифровую систему необходимо дополнить мультиагентной системой.

Отличие мультиагентной системы от цифровой в возможности моделирования процессов, которые осуществляет цифровая система. Агенты системы могут быть роботы, люди или команды людей. Агенты в системе могут в рамках своего процесса или выполняемой технологии улучшить функциональные характеристики процесса, либо организовать процесс эффективнее [3].

На рис. 1 показано влияние факторов на процесс перевозки. Поток событий, происходящие в процессе доставки груза объединены в группы – факторы $N_1, N_2, N_3, N_4, \dots, N_k, N_{k+1}$.



Рис. 1. Факторы, влияющие на процесс перевозки

К факторам, оказывающим влияние на перевозочный процесс можно отнести: технические, технологические, эргономические, экономические, политические и т.д.

Влияние на возможность перевозки или сам процесс перевозки (скорость, качество) может оказать, например, несоответствие тары техническим условиям погрузки грузов - перевозка невозможна или неисправность технических средств (провисание автосцепки) – требуется отцепка вагона, перевозка прекращается до момента устранения неисправности. При подобном подходе к процессу перевозки, можно назвать такую систему цифровой.

Мультиагентную систему можно назвать интеллектуальной, процесс перевозки эта система будет описывать как множество технологических процессов (а не факторов). Например, в процессе перевозки погруженный вагон проходит множество железнодорожных станций, каждая из которых имеет свою технологию работы (технологический процесс). То есть в процессе перевозки (в транспортной системе) участвует большое количество агентов (группа агентов – работники станции).

Основные функции агентов можно выделить следующим образом:

- получает и обрабатывает информацию;
- делает выводы из полученной информации
- взаимодействует с другими агентами в целях улучшения работы системы;
- периодически обновляет данные, выбирает предпочтения;
- изменяет окружающую среду, оказывает на нее воздействие;

Мультиагентная система представляет собой систему, позволяющую выбрать определенный вариант событий. Агенты могут соревноваться между собой или консолидироваться в зависимости от ситуации (ПВ-сеть) [6].

Для агентов существуют правила, благодаря которым имеется возможность достижения определенной цели. В результате, агент возможность (АВ) определяет наличие потребности и сопоставляет свои параметры с параметрами общей потребности. Если параметры не удовлетворяют условиям потребности, то агент возможности ищет другую потребность.

Рассматривая железнодорожную станцию и потребность грузоотправителей в перевозках примем агента возможность – перевозчика, предоставляющего инфраструктуру для перевозки груза. Агентом потребность будет являться в этом случае грузоотправитель, имеющий потребность в перевозке. Перевозчик (РЖД) при наличии от клиента (грузоотправителя) заявки, определяет возможность перевозки: имеющийся подвижной состав на станции, соответствие упаковки груза, веса, температурного режима требованиям перевозки. В случае отсутствия на станции требуемого подвижного состава, перевозчик может предложить другой вагон, удовлетворяющий параметрам предъявляемого груза либо вариант доставки (применение логистических технологий в перевозочном процессе), при этом оформить единый перевозочный документ.

Описание ПВ-сети можно представить в виде множества K :

$$K = \{A, R, P, G\}, \quad (1)$$

где A - множество агентов потребностей и возможностей для перевозочного процесса;

R – множество отношений между агентами потребностей и возможностей;

P – множество правил принятия решений и установления/разрыва связей;

G – множество целей, заданных агентом.

Построением ПВ-сети можно назвать определенную конфигурацию S_1 , которая представляет собой конкретное состояние агентов потребностей и возможностей и взаимодействия между ними в определенный момент времени [4].

Архитектура мультиагентной системы и координация расписания

Мультиагентная система имеет самоорганизованные процессы планирования. Для выполнения заказа на перевозку формируются множество узлов сети по каждому из подзаказов (тип подвижного состава, станция назначения, род груза и т.д.).

Архитектура мультиагентной системы представлена на рис. 2.

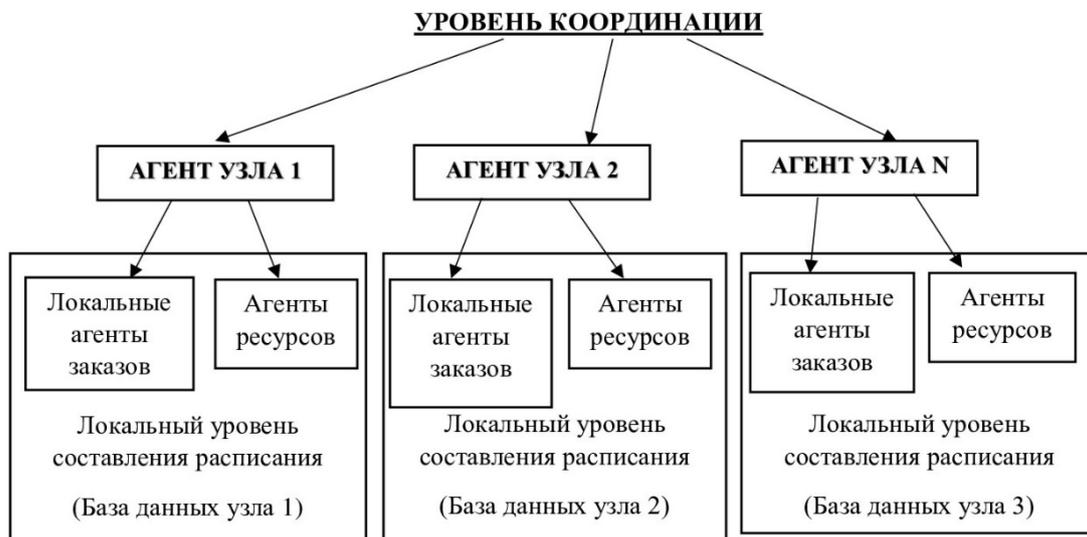


Рис. 2. Архитектура мультиагентной сети [7].

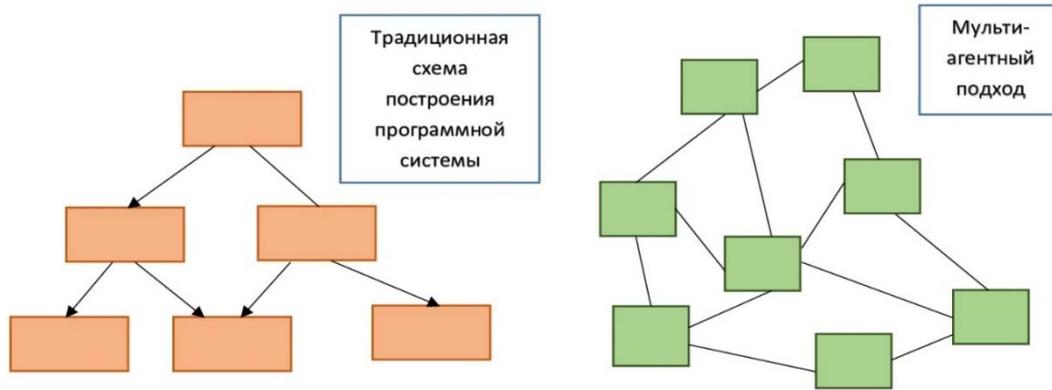


Рис. 3. Сравнение между традиционным подходом построения программной системы и мультиагентного подхода

На рис. 3 приведено сравнение между традиционным подходом построения программной системы и мультиагентного подхода.

Механизм распределения координаций процессов составления расписаний обслуживания представлен на рис. 4 [7].

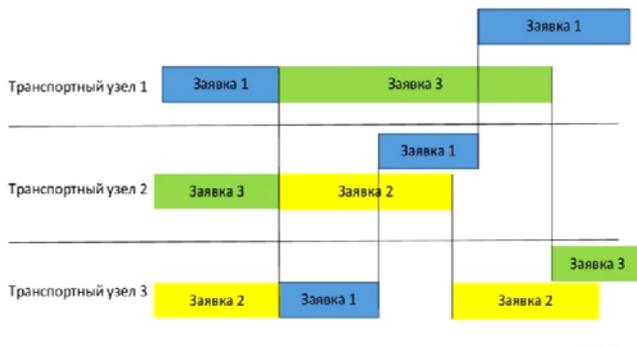


Рис. 4. Механизм распределения координаций процессов составления расписаний

Для улучшения механизма связи между отделами внутреннего управления железнодорожного узла и подразделениями (станциями) возможно использовать интеллектуальную платформу запросов, которая способна предоставить семантическую выборку данных обработанных следующим образом:

- полученные запросы от грузоотправителей согласно заказанному критерию или критериям (грузоподъемность вагона или ограниченный срок доставки груза);
- обработанные введенные и хранимые в системе данные (введенные данные об инфраструктуре – количестве путей, особенностям пропуска составов, характеристики вагонного парка) [8].

Сложность возникает при интегрировании большого объема данных «искусственный интеллект+транспорт» с точки зрения навигации информационного пространства, учитывая безопасность движения и эффективность перевозок. Система превращает транспортное средство в комплекс, который собирает данные об окружающей ситуации и благодаря машинному обучению оценивает возможность дальнейшего безопасного движения [9].

Выводы

1. Перевозка железнодорожным транспортом представляет собой довольно сложный технологический процесс, представление которого в виде цифровой системы не совсем объективно. Предлагается дополнить

цифровую систему мультиагентной, которая наилучшим образом сможет описать технологию работы железнодорожного комплекса.

2. Транспортные средства в мультиагентной системе представляют собой сложный технический комплекс по сбору и обработке информации, поступающей извне, также обработке подвергаются внутренние процессы, происходящие в самом транспортном средстве (неисправности, износы и пр.).

Список источников

1. Яшин М.Г., Данильченко Д.А. Способ обеспечения безопасности движения поездов с применением когнитивных технологий. Технология построения когнитивных транспортных систем: Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 14 мая 2021. СПб. 2021, с 181-187.
2. Рахмангулов А.Н., Корнилов С.Н., Мишкурлов П.Н. Современные достижения университетских научных школ: Сборник докладов национальной научной школы – конференции, Магнитогорск, 25-26 ноября, 2021. Выпуск 6. Магнитогорск. 2021, с 220-225.
3. Juares Maria G. Botti Vicente J. Giret Adriana S. // Trans. ASME J. Comput and Int. Sci. Eng. Цифровые двойники. Обзоры и вызовы. Digital twins: Review and Challenges. 2021. № 3, р. 030802/1-030802/23.
4. Городецкий В.И., Грушинский М.С., Хабалов А.В. Многоагентные системы (обзор). // Новости искусственного интеллекта. 2008. № 2. 64 с.
5. Алексеев А.В. Диагностика и надёжность автоматизированных систем. [Электронный ресурс]: электронный образовательный контент в системе дистанционного обучения Moodle. // М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С.П. Королева (нац.-исслед. университет); авт.-сост. А.В. Алексеев. Самара. 2013. 116 с.
6. Боргест Н.М., Симонова Е.В. Основы построения мультиагентных систем, использующих онтологию.: учебное пособие. // Н.М. Боргест, Е.В. Симонова. Самара. Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2009. 80 с.
7. Городецкий В.И. Многоагентная самоорганизация в B2B сетях. XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014. Москва, 16-19 июня 2014 г. 13 с.
8. Zhang Zhengpu, Wang Xiaodong, Guo Yicong Key technologies of intelligent inquiry platform for railway enterprises. // Tielu jisuanji yingyong. Railway Comput. Appl. 2022. 31, № 3. P. 68-72.

9. Zhang Lei, Shen Guochen, Qin Xiaojie, Cheng Cheng, Ou Dongxiu, Li Xinhua, Shi Lijuan Information physical mapping and system construction of intelligent network transportation // Tongji daxue xuebao. Ziran kexue ban. J Tongji Univ. Natur. Sci. 2022. 50. № 1. P. 79-86.

Информация об авторе

Поспелова Л.Н. – кандидат техн. наук, Заведующий отделом научной информации по транспорту Отделения машиностроения и транспорта. ВИНТИ РАН.

Information about the author

Pospelova L.N. – Ph. (Tech.), Head of the Department of scientific information on transport of the Department of mechanical engineering and transport. VINITI RAS.

Статья поступила в редакцию 23.09.2022, одобрена после рецензирования 25.10.2022, принята к публикации 17.11.2022.

The article was submitted 23.09.2022, approved after reviewing 25.10.2022, accepted for publication 17.11.2022.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ

Научная статья

УДК 656.043.4

DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-3

ИССЛЕДОВАНИЕ КОММЕРЧЕСКИХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Гордиенко Андрей Александрович

(Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург, Россия)

gordiii89@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрен ретроспективный анализ технологии коммерческого осмотра и выявления коммерческих неисправностей на железнодорожном транспорте. Приведен количественный анализ коммерческих неисправностей, их распределения по категориям. Выявлены наиболее распространенные коммерческие неисправности на железнодорожном транспорте, а также грузы с высокими рисками отцепок. Получены уравнения тенденций количества отцепок вагонов с коммерческими неисправностями по их основным видам.

Ключевые слова: железнодорожная станция, груз, вагон, поезд, коммерческая неисправность, коммерческий осмотр, пункт коммерческого осмотра, отцепка вагона, безопасность движения

Для цитирования: Гордиенко А.А. Исследование коммерческих неисправностей на железнодорожном транспорте. // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2023. № 1. С. 13-18. DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-3.

RAILWAY TRANSPORT

Scientific article

RESEARCH OF COMMERCIAL MALFUNCTIONS BY RAILWAY TRANSPORT

Andrey A. Gordienko

(Urals State University of Railway Transport. USURT. Ekaterinburg, Russia)

gordiii89@yandex.ru

Abstract. The article considers a retrospective analysis of the technology of commercial inspection and identification of commercial defects in railway transport. A quantitative analysis of commercial defects, their distribution by category is given. The most common commercial defects in railway transport, as well as cargoes with high risks of uncoupling, have been identified. The equations of trends in the number of uncoupling of cars with commercial defects by their main types are obtained.

Key words: railway station, cargo, car, train, commercial defect, commercial inspection, point of commercial inspection, loading, technological process, uncoupling the car, traffic safety

For citation: Gordienko A.A. Research of commercial malfunctions by railway transport. // Transport: science, equipment, management. Scientific information collection. 2023. № 1. P. 13-18. DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-3.

Введение

Одной из важнейших составляющих качества транспортных услуг является обеспечение безопасности и сохранности перевозки грузов, доставка их в соответствии с установленным сроком доставки [1 – 3].

Коммерческие неисправности на железнодорожном транспорте создают риски невыполнения обязательств перед клиентами, оказывают негативное влияние на технологические процессы, эксплуатационную работу железных дорог, приводят к финансовым убыткам как ОАО «РЖД», так и клиентов [2].

Компания ОАО «РЖД» всегда уделяло большое внимание повышению безопасности перевозок грузов, ликвидации коммерческих неисправностей. Однако,

несмотря на проводимую работу, ежегодно у 2% из всех осмотренных в коммерческом отношении вагонов обнаруживаются коммерческие неисправности [3].

Поэтому задача по минимизации коммерческих неисправностей, негативных последствий от них и сегодня остается актуальной, а исследование закономерностей и характера коммерческих неисправностей способствует выстраиванию дальнейшей стратегии по их исключению.

Формулировка задачи

Исследовать закономерности и характер коммерческих неисправностей на железнодорожном транспорте.

Результаты исследований

Существующая в настоящее время система коммерческого осмотра и выявления коммерческих неисправностей на Российских железных дорогах сложилась исторически.

На каждом этапе развития железных дорог происходили технические и технологические изменения, определяющие технологии коммерческого осмотра вагонов и поездов. В настоящее время продолжается процесс совершенствования форм и методов выявления коммерческих неисправностей и их исключения.

Рассмотрим технологию коммерческого осмотра поездов и вагонов в 1930-1940-е годы, в начале активного периода ее развития.

Как и в настоящее время, коммерческий осмотр производился работниками железных дорог на протяжении всего перевозочного процесса.

1. На станции отправления.

Перед погрузкой вагоны осматривались агентом вагонной службы, который проверял техническое состояние вагона и пригодность его для безопасного движения в поезде [4].

Затем осмотр вагона производился весовщиком, который должен был убедиться, что состояние вагона обеспечивает целостность и сохранность груза при перевозке; в частности, весовщик проверял [4]:

а) достаточно ли очищен вагон от сора и грязи;

б) не имеют ли крыша, пол, стены и двери кузова отверстий, через которые могли бы проникать вода (дождь), снег и сырость или через которые могла бы произойти утечка грузов;

в) что вагон не пропитан каким-либо резким или зловонным запахом, который может повлиять на качество груза; для устранения этого такие вагоны необходимо перед погрузкой промывать, а в некоторых случаях и дезинфицировать;

г) не имеют ли люки щелей и плотно ли закрываются они на обе задвижки;

д) не торчат ли внутри стен или пола гвозди, винты и т. п., могущие испортить груз;

е) исправны ли болты и дверные затворы».

Перед отправлением сформированного поезда главный кондуктор не должен был принимать в состав поезда с коммерческим браком [5].

Сегодня коммерческий осмотр вагонов на станции отправления производится работниками службы вагонного хозяйства и приемосдатчиками, используется аналогичная технология.

2. В пути следования.

На следование грузов в пути железным дорогам предоставлялись строго установленные сроки. Также в течение установленного времени для стоянки поезда должен был производиться осмотр.

Осмотр состоял из:

а) осмотра вагонов в натуре – проверялась исправность самого вагона, дверных запоров и люков, исправность пломб и закруток и прочее;

б) проверки грузовых документов – проверялось полное соответствие грузовых документов с предъявляемыми к сдаче вагонами, а также правильность их составления. Обнаруженные во время осмотра дефекты, оформлялись актами [5].

Для выявления коммерческих неисправностей и в 30-х годах 20 века существовали пункты коммерческого осмотра (далее – ПКО), которые, как правило, совмещались с междорожными пунктами передачи вагонов.

Все выявленные коммерческие браки подразделяли на 2 категории [5]:

а) к первой относили вагоны, которые не могли быть переданы с одной дороги на другую;

б) ко второй – менее существенные дефекты, позволяющие продолжать следование груза.

Кроме осмотра на междорожных пунктах передачи вагонов применялась проверка указанного отправителями веса, наименования груза [5].

Начальники станций обязаны были организовывать осмотр поездов так, чтобы его выполнение обеспечивалось за время стоянки поезда. Не допускалась постановка в поезда вагонов с коммерческими неисправностями, угрожающими движению поездов и сохранности грузов:

– загруженных сверх грузоподъемности и допускаемого перегруза;

– с нарушением технических условий способов погрузки и крепления грузов на открытом подвижном составе, а также с расстройством погрузки, повреждением крепления;

– просевшими рессорами, вызывающими перекосы кузова или удары рамы и кузова о ходовые части, а также с неисправностью кровли, создающей опасность отрыва ее листов;

– с негабаритными грузами, на которые не оформлены документы, предусмотренные инструкций по перевозке грузов;

– платформ с незакрытыми бортами, за исключением случаев, предусмотренных специальными инструкциями МПС;

– полувагонов с открытыми люками или люками, закрытыми на одну закидку запорного механизма;

– без пломб, если в вагонном листе есть отметка об их наличии или с поврежденными пломбами;

– с признаками хищения или утраты груза, возможности доступа к грузу из-за повреждения кузова; с течью груза из кузова вагона или из котла цистерны, за исключением темных нефтепродуктов, течь которых допускается не более 60 капель в минуту [6].

3. На станции назначения.

В [5] указано, что «на станции назначения – весовщик обязан произвести наружный осмотр вагона и пломб. Коммерческий осмотр вагонов по прибытии на станцию назначения осуществляется натурным осмотром в установавшихся Технологическим процессом мест, оборудованных с учетом требований охраны труда после остановки поезда или групп вагонов». Аналогичная технология сохраняется и в настоящее время.

Таким образом, технология выявления коммерческих неисправностей, начиная с периода ее становления, не претерпела существенных изменений.

С развитием технических систем осмотра, контроля погрузки, начиная с 70-х годов 20 века, начинает формироваться действующая сегодня система коммерческого осмотра, предусматривающая оптимальную сеть пунктов коммерческого осмотра поездов и вагонов. Именно тогда были изданы первые Правила коммерческого осмотра, которые в последующем регулярно актуализировались и дополнялись (таблица 1).

Таблица 1

Ретроспектива нормативных документов по коммерческому осмотру поездов и вагонов

Год издания	Наименование документа	Реквизиты утверждения
1970	Правила осмотра поездов и вагонов в коммерческом отношении	Утверждены МПС СССР от 05.06.1970 № ЦМ-2720
1981	Правила коммерческого осмотра поездов и вагонов	Утверждены МПС СССР от 14.07.1981 № ЦМ-3985
1987	Правила коммерческого осмотра поездов и вагонов	Утверждены МПС СССР от 31.12.1987 № ЦУК/4557
1995	Правила коммерческого осмотра поездов и вагонов	Утверждены МПС РФ от 29.12.1995 № ЦМ-360
2019	Единый типовой технологический процесс коммерческого осмотра вагонов и поездов на железнодорожных станциях	Распоряжение ОАО «РЖД» от 31.12.2019 N 3116/р

Наиболее негативное влияние на качество перевозочного процесса, эксплуатационную работу железных дорог оказывают коммерческие неисправности, устранение которых требует отцепок вагонов от поездов.

Задача по минимизации отцепок вагонов с коммерческими неисправностями всегда была актуальна. В 1940-е года [7, 8] работа многих крупнейших сортировочных станций была парализована из-за значительного количества отцепок вагонов для устранения коммерческих неисправностей, которое достигало 150 вагонов в сутки.

В настоящее время на сети из 210 млн. ежегодно осматриваемых в коммерческом отношении вагонов у 5 млн. вагонов обнаруживаются коммерческие неисправности (2%).

Динамика количества вагонов с обнаруженными коммерческими неисправностями на сети железных дорог приведена на рис. 1.

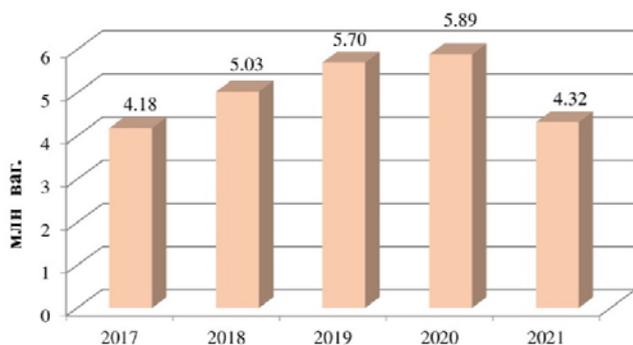


Рис. 1. Динамика количества вагонов с обнаруженными коммерческими неисправностями на сети железных дорог

Одними из определяющих признаков, по которым классифицируют коммерческие неисправности [9] являются:

- по порядку учета – угрожающие и не угрожающие безопасности движения;
- по способу устранения – с отцепкой вагона и без отцепки.

На рис. 2, 3 показана динамика вагонов с коммерческими неисправностями, сгруппированная по вышеуказанным признакам.



Рис. 2. Динамика вагонов, отцепленных с коммерческими неисправностями, на сети железных дорог



Рис. 3. Динамика вагонов с коммерческими неисправностями, не требующих отцепок для устранения, на сети железных дорог

Анализ динамики коммерческих неисправностей, приведенной на рисунках 2, 3, показывает, что ежегодно на сети железных дорог отцепляется порядка 45 тыс. вагонов (23% от 10 тыс. погруженных вагонов), из которых 8,5 тыс. (19%) угрожают безопасности движения. Доля отцепок от общего количества обнаруженных коммерческих неисправностей составляет 1 – 1,5%.

Стоит отметить неустойчивую тенденцию общего количества обнаруженных коммерческих неисправностей – за последние пять лет снижение начало наблюдаться лишь в 2021 году. Количество отцепленных вагонов с коммерческими неисправностями за пять лет непрерывно снижается, в 2021 году произошло уменьшение на 28% к 2017 году.

Приведем распределение наиболее распространенных коммерческих неисправностей на сети ОАО «РЖД», угрожающих безопасности движения:

- 1) Сдвиги груза в вагоне (продольные и поперечные), штабелей груза, отдельных единиц – 42% от общего количества отцепленных вагонов с коммерческими неисправностями.
- 2) Ослабление проволочных средств крепления, их обрыв – 14%.
- 3) Перегруз сверх трафаретной грузоподъемности – 11%.
- 4) Коммерческие неисправности деревянного реквизита крепления (излом бруса, стоек, смятие подкладки, перекос стоек, выбивание бруса, стойки и т.п.) – 11%;

5) Коммерческие неисправности транспортной упаковки, тары, связанные с подготовкой груза к перевозке – 8%.

6) Нарушение основного и зонального габаритов погрузки при перевозке лесоматериалов – 4%.

7) Течь наливных грузов из вагонов – 3%.

8) Просыпание грузов из вагонов – 3%.

9) Прочие неисправности (связанные с приведением упорных головок контейнерных платформ в рабочее состояние, навал груза на двери вагона, неправильная погрузка и др.) – 4%.

Как уже было отмечено [1 – 3], ОАО «РЖД» при возникновении коммерческих неисправностей, особенно угрожающих безопасности движения и требующих

отцепок от поездов, несут непроизводительные потери. Поэтому актуально исследование характера, закономерностей, причин возникновения коммерческих неисправностей в пути следования грузов, а также материальных убытков и путей их устранения.

В таблице 2 приведена статистика распределения коммерческих неисправностей в 2021 году, угрожающих безопасности движения и требующих отцепок, по основным грузам и причинам: нарушение Технических условий (далее – ТУ), расстройство погрузки в пути следования, нарушение габарита погрузки, перегруз вагона сверх грузоподъемности, инциденты с опасными грузами.

Таблица 2

Основные коммерческие неисправности, угрожающие безопасности движения

Род груза	Наименование коммерческой неисправности	Код коммерческой неисправности (согласно Классификации №834р [9])	Процент от общего количества отцепок
Техника	Нарушение ТУ	501-599	34%
	Расстройство погрузки в пути следования	601-699	28%
	Нарушение габарита погрузки	506	2%
	Прочие	959	36%
	ИТОГО		
Лесоматериалы	Расстройство погрузки в пути следования	601-699	23%
	Нарушение габарита погрузки	506	9%
	Нарушение ТУ	501-599	8%
	Перегруз вагона сверх грузоподъемности	811	2%
	Прочие	959	58%
ИТОГО			23%
Металлопродукция	Расстройство погрузки в пути следования	601-699	34%
	Нарушение ТУ	501-599	30%
	Перегруз вагона сверх грузоподъемности	811	1%
	Нарушение габарита погрузки	506	0,5%
	Прочие	959	34,5%
ИТОГО			13%
Железобетон	Нарушение ТУ	501-599	30%
	Расстройство погрузки в пути следования	601-699	19%
	Перегруз вагона сверх грузоподъемности	811	2%
	Нарушение габарита погрузки	506	2%
	Прочие	959	47%
ИТОГО			4%
Другие грузы	Нарушение ТУ	501-599	50%
	Перегруз вагона сверх грузоподъемности	811	18%
	Инциденты с опасными грузами (течь из цистерн)	706	9%
	Расстройство погрузки в пути следования	601-699	6%
	Нарушение габарита погрузки	506	2%
	Прочие	959	15%
ИТОГО			31%

Анализ данных, представленных в таблице 2 показывает, что наиболее подвержены отцепкам с коммерческими неисправностями, угрожающим безопасности движения, вагоны с техникой (29%), лесоматериалами (23%), металлопродукцией (13%).

Основными причинами отцепок вагонов с данными номенклатурами грузов чаще всего являются [11]: излом, повреждение стоек, прокладок, подкладок, брусков; обрыв, ослабление растяжек, обвязок, увязок, стяжек; сдвиг груза; выход отдельных единиц груза из штабелей.

Наиболее распространенными коммерческими неисправностями, угрожающими безопасности движения, являются: нарушения ТУ, расстройство погрузки в пути следования, инциденты с опасными грузами.

Временные ряды данных по отцепкам вагонов с данными коммерческими неисправностями приведены на рис. 4 – 6.

Отцеплено с нарушением ТУ, ваг.

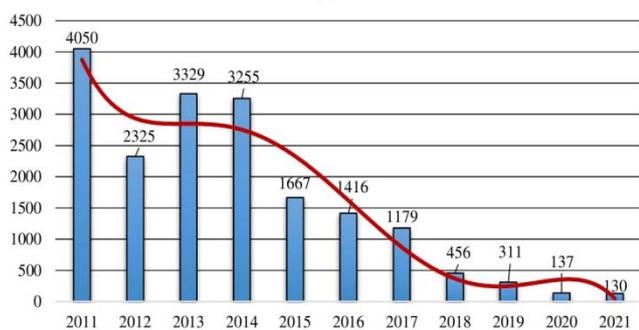


Рис. 4. Временной ряд данных по отцепкам вагонов с нарушениями ТУ

Отцеплено с расстройством погрузки, ваг.

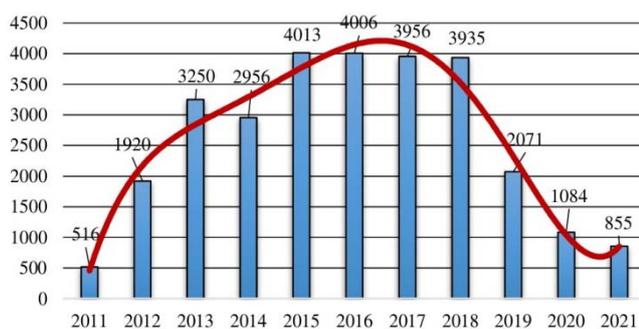


Рис. 5. Временной ряд данных по отцепкам вагонов с расстройством погрузки

Отцеплено с нарушением при инцидентах с опасными грузами, ваг.

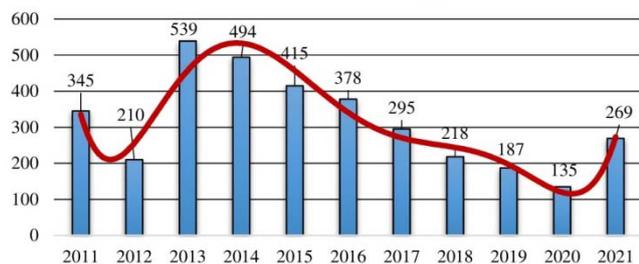


Рис. 6. Временной ряд данных по отцепкам вагонов инцидентами с опасными грузами

Наиболее положительная динамика снижения за 10 лет достигнута по отцепкам вагонов с нарушениями ТУ. Это связано с особым контролем ОАО «РЖД» за данным видом коммерческих неисправностей.

Приведем уравнения тенденций количества отцепок вагонов с коммерческими неисправностями по их основным видам (таблица 3). Коэффициенты детерминации свидетельствуют о хорошем качестве полученных моделей.

Таблица 3

Уравнения тенденций количества отцепок вагонов с коммерческими неисправностями по их основным видам

Вид коммерческой неисправности	Уравнение тенденции	Коэффициент детерминации
Нарушение ТУ	$y = -1,4042x^5 + 43,476x^4 - 487,03x^3 + 2388,6x^2 - 5306,3x + 7239,3$	0,9227
Расстройство погрузки	$y = 1,7468x^5 - 50,278x^4 + 526,27x^3 - 2578,9x^2 + 6465,6x - 3906,3$	0,9626
Нарушения при инцидентах с опасными грузами	$y = 0,1282x^6 - 4,7783x^5 + 69,747x^4 - 499,87x^3 + 1787,9x^2 - 2850,7x + 1833,5$	0,9107

Динамика отцепок вагонов с коммерческими неисправностями, угрожающими безопасности движения, в разрезе наиболее отцепляемых грузов представлена на рисунке 7[11].

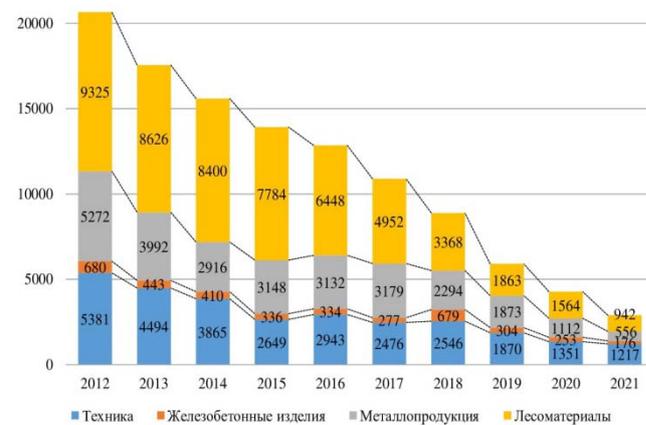


Рис. 7. Отцепки вагонов с коммерческими неисправностями по родам грузов

Таким образом, наибольшее количество вагонов с коммерческими неисправностями ежегодно отцепляется с техникой и лесоматериалам. Причем за 10 лет по данным грузам произошло значительное снижение отцепок вагонов. Количество отцепленных вагонов с металлопродукцией и железобетонными изделиями остается ежегодно примерно одинаковым.

Выводы

1. Проведенный ретроспективный анализ системы коммерческого осмотра поездов и вагонов на железных дорогах России позволил выявить, что подходы к коммерческому осмотру, работе с коммерческими неисправностями, применяемые в настоящее время, практически идентичны существовавшим в 30- 40-е годы 20 века.

2. В настоящее время на сети железных дорог из 210 млн. ежегодно осматриваемых в коммерческом отношении вагонов у 5 млн. вагонов обнаруживаются коммерческие неисправности (2%).

3. Ежегодно на сети железных дорог отцепляется порядка 45 тыс. вагонов (23% от 10 тыс. погруженных вагонов), из которых 8,5 тыс. (19%) угрожают безопасности движения. Доля отцепок от общего количества обнаруженных коммерческих неисправностей составляет 1 – 1,5%.

4. Определены наиболее распространенные коммерческие неисправности на сети ОАО «РЖД», угрожающих безопасности движения: сдвиги груза в вагоне (продольные и поперечные), штабелей груза, отдельных единиц; ослабление проволочных средств крепления, их обрыв; перегруз вагона сверх трафаретной грузоподъемности.

5. Наиболее распространенными коммерческими неисправностями, угрожающими безопасности движения, являются: нарушения ТУ, расстройство погрузки в пути следования, инциденты с опасными грузами.

6. Получены уравнения тенденций количества отцепок вагонов с коммерческими неисправностями по их основным видам.

7. Наибольшее количество вагонов с коммерческими неисправностями ежегодно отцепляется с техникой и лесоматериалам. Причем за 10 лет по данным грузам произошло значительное снижение отцепок вагонов. Количество отцепленных вагонов с металлопродукцией и железобетонными изделиями остается ежегодно примерно одинаковым.

Список источников

1. Тимухина Е. Н., Гордиенко А. А. Основные причины и технологические последствия коммерческих неисправностей вагонов с грузами на колесном ходу // Транспорт Урала. 2015. № 2 (45). С. 32–37.

2. Тимухина Е. Н., Гордиенко А. А. Исследование технологических и экономических последствий от отцепок вагонов для устранения коммерческих неисправностей // Транспорт Урала. 2015. № 3 (46). С. 23–31.

3. Тимухина Е. Н., Гордиенко А. А., Лесных В.В., Хамидуллина К.Э. О повышении надежности способов размещения и крепления грузов в вагонах // Транспорт Урала. 2021. № 4 (71). С. 46–51.

4. Кулагин Е.С. Организация грузовой работы на железных дорогах Союза ССР. Москва : ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ, 1938. 285 с.

5. Елеонский В.Ф., Кулагин Е.С. Краткое руководство по перевозке грузов на железных дорогах». Москва : НКПС ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ, 1933. 122 с.

6. Антонюк И.Д., Орлов В.Г., Самсонов А.В. Справочная книга начальника станции. Москва: Транспорт», 1969. 464 с.

7. Надо изжить коммерческий брак // Путевка. 1941. №30 (11 апреля). – С.2.

8. Шиманович Г.М., Штейнфер Г.М. История грузовой службы Свердловской железной дороги 1936-2001. Екатеринбург: СВ-96, 2003. 308 с.

9. Распоряжение ОАО «РЖД» №3116/р от 31.12.2019 «Об утверждении Единого типового технологического процесса коммерческого осмотра вагонов и поездов на железнодорожных станциях».

10. Распоряжение ОАО «РЖД» №834/р от 01.06.2005 «Об утверждении Классификации коммерческих неисправностей грузовых вагонов».

11. Распоряжение ОАО «РЖД» № 1847/р от 20.08.2018 «Об утверждении Концепции развития средств контроля размещения и крепления грузов в пути следования поезда».

Сведения об авторе

Гордиенко А. А., кандидат техн. наук, доцент кафедры «Станции, узлы и грузовая работа» УрГУПС 620034, г. Екатеринбург. ул. Колмогорова, 66. Тел. + 7 919 374 84 81.

Information about the author

Gordienko A. A., Ph (Tech.), Associate Professor of the Department "Stations, nodes and cargo work" of USUPS. 620034, Yekaterinburg. Kolmogorov str., 66. Tel. + 7 919 374 84 81.

Статья поступила в редакцию 14.09.2022, одобрена после рецензирования 11.10.2022, принята к публикации 12.11.2022.

The article was submitted 14.09.2022, approved after reviewing 11.10.2022, accepted for publication 12.11.2022.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ

Научная статья

УДК 656.022.836

DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-4

ПЕРСПЕКТИВЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОГО СЕКТОРА МОНГОЛИИ

Ларин Олег Николаевич

(Российский университет транспорта. РУТ. Москва)
(Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова)
larin_on@mail.ru

Оюунгарав Амарсанаа

(Российский университет транспорта. РУТ. Москва)
amarsanaa.mtz@gmail.com

Аннотация. Рассмотрены актуальные проекты развития железнодорожной инфраструктуры Монголии. Следующим этапом развития сектора станет внедрение цифровых решений в рабочие процессы компаний, системы контроля и безопасности движения подвижного состава. Проведенный анализ показал, что отрасль страны находится на начальном уровне цифровой зрелости, цифровые технологии только начинают использоваться. Отмечены приоритеты цифровизации транспортного сектора Монголии.

Ключевые слова: железнодорожные проекты, логистика, система контроля, цифровизация, блокчейн

Для цитирования: Ларин О.Н., Оюунгарав А. Перспективы цифровизации транспортного сектора Монголии. // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2023. № 1. С. 19-22. DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-4.

RAILWAY TRANSPORT

Scientific article

PROSPECTS FOR DIGITALIZATION OF THE TRANSPORT SECTOR OF MONGOLIA

Oleg N. Larin

(Russian University of Transport. RUT. Moscow.)
(Plekhanov Russian University of Economics)
larin_on@mail.ru

A. Oyungarav

(Russian University of Transport. RUT. Moscow.)
amarsanaa.mtz@gmail.com

Annotation. This article shows the current projects for the development of the railway infrastructure of Mongolia. The next stage in the development of the sector will be the introduction of digital solutions into the work processes of companies, control systems and traffic safety of rolling stock. The analysis showed that the country's industry is at the initial level of digital maturity, digital technologies are just beginning to be used. The priorities of the digitalization of the transport sector of Mongolia are noted.

Key words: railway projects, logistics, control system, digitalization, blockchain

For citation: Larin O.N., Oyungarav A. Prospects for digitalization of the transport sector of Mongolia. // Transport: Science, equipment, management. Scientific information collection. 2023. No. 1. P. 19-22. DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-4.

Введение

Монголия имеет значительный экономической потенциал в виде природных ресурсов, на которые есть устойчивый спрос на глобальных рынках, в том числе в странах Азиатско-Тихоокеанского региона. Кроме того, Монголия занимает удобное географическое расположение между КНР и Россией, что позволяет транспортной системе страны привлекать транзитные грузопотоки, обслуживание которых приносит значительные до-

ходы. Поскольку Монголия является страной, не имеющей выхода к морю, расположенной между крупнейшими мировыми державами, Россией и Китаем, организация эффективной транспортной сети и поиск логистических решений является одной из приоритетных задач, которые необходимо решить. При разработке новой логистической системы теоретические и методологические исследования привлекли внимание, как предпринимателей, так и исследователей [2-4, 6-8, 10].

Проекты развития инфраструктуры

В связи с экономическим ростом страны, с введением в эксплуатацию шахт крупнейших залежей угля и золота, выросла необходимость совершенствования транспортно-логистических решений, проведения работ по разработке особых методов регулирования грузопотоков. По решению Правительства Монголии в 2012 году была основана государственная железнодорожная компания “Монгольская железная дорога”, которая на сегодняшний день имеет в своем распоряжении железнодорожную линию Тавантолгой-Зуунбаян протяженностью 415,9 км, которая будет введена в полную эксплуатацию в конце 2022 года. Протяженность железной дороги Тавантолгой-Зуунбаян составляет 415,9 км. В 30-километровой зоне вдоль трассы железной дороги расположено 37 месторождений полезных ископаемых со специальными лицензиями на добычу. В дополнение к угольному месторождению Тавантолгой, медному месторождению Цагаан Суварга, медно-золотому месторождению Хармагтайн и угольному месторождению Манлай имеются крупные месторождения угля, меди, золота, гипса, цеолита и урана с запасами 6,02 миллиарда тонн. Со строительством железной дороги эти месторождения имеют потенциал для ввода в производственный оборот.

Также реализуются проекты по строительству новых железнодорожных линий, в рамках которых строятся линии Тавантолгой-Гашуунсухайт, проложенные по маршрутам на юг и восток от месторождения Тавантолгой к границам КНР и РФ соответственно. Новые железнодорожные линии в более широком смысле, путем создания новых экспортных маршрутов на зарубежные рынки, принесут ощутимые выгоды экономике Монголии, как в горнодобывающем и железнодорожном секторах.

Железная дорога Таван Толгой - Гашуунсухайт протяженностью 240 км относится к международной железной дороге 1 класса. Через железную дорогу Тавантолгой-Гашуунсухайт будет экспортироваться уголь и медь в Китай, его морские порты и рынки третьих стран, для обеспечения горнодобывающих компаний Монголии возможностью конкурировать на мировом рынке по доступным ценам. Кроме того, при строительстве железной дороги стоимость перевозки экспортного угля внутри Монголии будет составлять 8 долларов, что в 4 раза меньше, чем стоимость транспортировки автомобильным транспортом. Таким образом, железнодорожный порт будет иметь способности экспортировать до 30 миллионов тонн угля в год, тем самым увеличить объем производства и поставок шахт Тавантолгой в 2-3 раза.

Третий по значимости железнодорожный проект – это проект железнодорожной линии Зуунбаян-Ханги. Проект железной дороги Зуунбаян-Ханги охватывает территорию сумонов Уланбадрах, Хувсгул и Хатанбулаг аймака Дорноговь, железная дорога имеет общую протяженность 226,9 км, от станции Цаганцав до порта Ханги аймака Дорноговь и в конечном итоге соединится с пограничным пунктом Мандал в Китае.

Строительство железной дороги Зуунбаян-Ханги повысит конкурентоспособность и оборот монгольского экспорта железной руды и угля в Бугат, промышленный центр Внутренней Монголии, и снизит стоимость транспортировки, что увеличит доходы от экспорта

железной руды и внесет значительный вклад в экономику Монголии. С точки зрения экономических выгод экспорт железной руды увеличивается в 2-3 раза, расстояние доставки сокращается, стоимость доставки составляет 4-8 долларов США за тонну.

Сегодня ежегодно добывается 4,8 млн тонн в год железной руды в сумоне Ероо аймака Селенге и экспортируется по железной дороге через железнодорожный порт Монголии Замын-Ууд. При дальнейшем увеличении рыночного спроса объем груза может увеличиться до 10-13 миллионов тонн. Основная часть груза, перевозимого из Сайншанда, проходит через пункты перегрузки на станции в Эрлиань, и доставляется во Внутреннюю Монголию, город Бугат. Протяженность данного пути составляет 908 км.

Однако, при строительстве железнодорожной линии Сайншанд-Зуунбаян-Цагаанцав протяженностью 226,9 км до порта Ханги-Мандал на границе между Монголией и Китаем, расстояние доставки по маршруту Сайншанд-Зуунбаян-Цагаанцав-Ханги-Мандал-Бугат составит 590 км, что на 318 км короче протяженности нынешнего пути.

Следующим экономически эффективным проектом является проект железнодорожной линии Хуут-Бичигт. Строительство данной линии откроет транзитный доступ к железнодорожной сети России и Китая, внесет существенный вклад в развитие региона трех государств, создаст кратчайший транспортный коридор между соседними странами и Европой, будет способствовать экономическому и торговому сотрудничеству между регионами трех государств, а также способствовать экономическому обороту месторождений полезных ископаемых в восточном регионе Монголии.

Строительство новых железных дорог в рамках реализации “Государственной политики в области железнодорожного транспорта”, утвержденной правительством Монголии, окажет положительное влияние на экономику страны, увеличит объем внешней торговли и товарооборота, а также снизит транспортные расходы.

С введением в эксплуатацию вышеупомянутых железных дорог в Монголии возникнет необходимость в оптимальных логистических решениях, таких вопросов, как на каких железнодорожных терминалах будут произведена погрузка грузов, какая технология будет наиболее эффективна, в какой момент груз должен быть передан в порт, как совершить транспортировку наиболее быстро, как минимизировать вопросы потери качества груза во время перевозки, как проводить контроль перевозимой продукции и др. [7-8]

В настоящее время Монголия располагает 1800 км железной дороги, 415,9 км Тавантолгой-Зуунбаян, 240 км Тавантолгой-Гашуунсухайт и 226,9 км Цагаанцав-Ханги. Ожидается, что после завершения строительства железной дороги общая протяженность железных дорог Монголии составит около 2682,8 км. Далее будут построены западный и восточный коридоры, а также созданы международные железнодорожные коридоры. В связи с этим необходимо рационально организовать обмен поездами, погрузку и выгрузку, найти наиболее эффективные решения управления логистикой, с целью увеличения доходов от железнодорожных перевозок и добычи полезных ископаемых, что восстановит внутреннее производство страны и даст положительный экономический эффект.

Стоит отметить, что новые железные дороги, строящиеся в Монголии, оснащаются программным обеспечением, используемым на железных дорогах зарубежных стран. Но сегодня, в действительности, железнодорожные перевозки и логистические операции по-прежнему выполняются вручную или механизированы. Например, действия, связанные с регистрацией подвижных составов, фиксированием продолжительности простоя на станции, подачей и уборкой вагонов совершаются механизировано с подписанием документов ответственным сотрудником.

С учетом международного опыта и в результате необходимых исследований появились возможности для использования систем управления на подвижном составе, а также на контейнерах и грузах [1-3]. Эти системы управления начинают использоваться на международном уровне и в нашей стране в других секторах, помимо железных дорог. На сегодняшний день в железнодорожном и логистическом секторах Монголии используются такие программные обеспечения, как АТМС и НАТУРК. Но в эпоху глобализации во всем мире, в том числе и в Монголии, начинается использование интернет-базируемой и blockchain системы во многих секторах экономики. Интеллектуальные системы обмена информацией и управления состоят из онлайн-базы данных (Cloud Data), автоматизации (AI), интеллектуальных датчиков (IoT) и интегрированного информационного потока (Blockchain) для обеспечения доверия [5, 9].

Пользователи системы и клиенты перевозочной услуги могут удаленно отслеживать груз, контролировать транспортировку, а также легко обмениваться информацией и документами, относящимися к перевозимым грузам, с другими на электронной платформе. Информация в системе хранится в сети блокчейн, и сохраненная информация не может быть изменена кем-либо без информирования пользователя системы. Блокчейн-сеть децентрализована, пользователи заверяют друг друга и обеспечивают справедливую и открытую среду для обмена информацией. Кроме того, пользователи системы полностью сами решают, с кем делиться информацией в системе.

Таким образом, система соответствует международным требованиям в области информационной безопасности и конфиденциальности. Кроме того, в систему могут быть внедрены такие технологии, как интеллектуальные датчики, искусственный интеллект и облачные технологии, чтобы сделать процесс просмотра и обработки документов более надежным и простым. Система управляет организацией логистики, отслеживает режим хранения продукции, контролирует производственный процесс, прослеживает путь перевозки продукции, проводит транспортный контроль и внутренний информационный обмен организации. Система показывает температуру, влажность, местоположение и маршрут доставки грузов и использует беспроводные сети для передачи информации.

Стремительный рост инновационных технологий в последние десятилетия не обошел стороной и железнодорожный транспорт. В эпоху глобализации, когда все страны продолжают экспериментировать с автоматизированными и экономически эффективными инновационными технологиями, Монголия также стремится успешно осваивать новые технологии.

После пандемии COVID-19, которая замедлила экономическую активность во многих странах мира и потребовала закрытия границ, железнодорожный сектор Монголии успешно продвинулся вперед и последовательно завершает начатые железнодорожные проекты. В рамках государственной политики в отношении железных дорог в этом году также ведутся работы по строительству вертикального коридора, в настоящее время составляется технико-экономическое обоснование, проводятся геологические и геодезические изыскания.

Заключение

По мере строительства новых железных дорог необходимо эффективное управление логистикой, проведение исследований и внедрение новейших технологических достижений для усовершенствования и достижения более эффективных показателей перевозочных процессов. Важно обратить особое внимание на разработку целостного видения в логистическом и экономическом планах, разработать вопросы эффективного месторасположения погрузочно-выгрузочных терминалов, внедрения систем контроля, обеспечения надежного и быстрого совершения перевозочного процесса, сокращения перевозочных расходов, а также обеспечения взаимосвязи между железнодорожными проектами и новыми железными дорогами, возможности введения в производственный оборот месторождений полезных ископаемых.

Поскольку в железнодорожной области Монголии новейшие IT-технологии начали использоваться сравнительно недавно, перспективы дальнейшего исследования проблемы видятся в разработке организационных решений по внедрению цифровых технологий в железнодорожную отрасль страны.

Список источников

1. Асралт Б., Ариунбаяр С., Логистический менеджмент. УБ, 2009. – 354 с.
2. Асралт Б., Унурсайхан Д. Формирование интегрированной транспортно-логистической системы Монголии. – Улан-Батор, 2013.
3. Бадарч Д., Мөнхболд А., Логистика. – УБ, 2002. – 318 с.
4. Булатова Н.Н., Алексеев А.В. Перспективы развития транспортной инфраструктуры Монголии // Российский экономический интернет-журнал. – 2019. – № 2. – С. 12.
5. Дыбская В.В. Цифровые технологии в логистике и управлении цепями поставок: аналитический обзор [Текст] // Дыбская В.В., Сергеев В.И., Лычкина Н.Н. и др. ; под общ. и науч. ред. В. И. Сергеева ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2020. – 190 с.
6. Волгин В.В. Бараа хадгалалтын логистик. Бараа хадгалалтын оновчтой төлөвлөлт, зохицуулалт – УБ.: Хөх Монгол принтинг, 2019. – 364 с.
7. Ларин О.Н., Моононхуу Ц., Баасан С. Перспективы развития контейнерных перевозок по железным дорогам Монголии // в сборнике: Транспорт России: проблемы и перспективы – 2021; материалы Международной-научно-практической конференции. – СПб.: ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук, 2021. С. 120-123.

8. Ларин О.Н., Амарсанаа О. Приоритетные задачи развития трансграничной транспортно-логистической инфраструктуры Монголии // Инновационный транспорт. – 2020. – №4(38). – С. 3-7.

9. Москвичев О.В. Информационные технологии и информационно-управляющие системы на магистральном транспорте: учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта / О.В. Москвичев. – Самара : СамГУПС, 2015. – 287 с.

10. Цевельсайхан. Ш. Основы логистики и цепочки поставок. – УБ: Монгольская национальная торгово-промышленная палата, 2015. – 140 с.

Информация об авторах

Ларин О. Н. - доктор техн. наук, профессор, кафедры «Логистические транспортные системы и технологии»; Российский университет транспорта

127994, Россия, Москва, ул. Образцова, дом 9, стр. 9,
Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова

117997, Россия, Москва, Стремянный пер., 36

Оюунгарав А. – аспирант кафедры логистические транспортные системы и технологии, Российский университет транспорта

127994, Россия, Москва, ул. Образцова, дом 9, стр. 9,

Information about the author

Larin Oleg N. – Doctor (Tech.), Professor Departments of "Logistics transport systems and technologies"; Russian University of Transport.

9b9 Obrazcova str., Moscow, 127994, Russia,
Plekhanov Russian University of Economics,
Stremyanny Lane, 36.

36 Stremyanny Lane, Moscow, 117997, Russia

Oyungarav Amarsanaa – PhD student at the Department of Logistics Transport Systems and Technologies, Russian University of Transport

9b9 Obrazcova str., Moscow, 127994, Russia

Статья поступила в редакцию 15.10.2022, одобрена после рецензирования 28.10.2022, принята к публикации 22.11.2022.

The article was submitted 15.10.2022, approved after reviewing 28.10.2022, accepted for publication 22.11.2022.

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ

Научная статья

УДК 656.259

DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-5

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЦЕНТРОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА УСТРОЙСТВ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ НА ВОСТОЧНОМ ПОЛИГОНЕ

Пультяков Андрей Владимирович, Алексеенко Владимир Александрович
(Иркутский государственный университет путей сообщения ИрГУПС, Иркутск, Россия)
Pulyakov@irgups.ru, bezvoprosov03@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются вопросы организации работы центров технической диагностики и мониторинга устройств железнодорожной автоматики и телемеханики на Восточном полигоне ОАО «РЖД». Показана структура взаимодействия дистанций сигнализации, централизации и блокировки с центром технической диагностики и мониторинга устройств, приведены основные показатели его работы и рассмотрены основные задачи и функции. Проанализирована структура центров и показаны особенности функционирования центров технической диагностики и мониторинга устройств железнодорожной автоматики и телемеханики на железных дорогах Восточного полигона ОАО «РЖД», а также рассмотрены вопросы организации их работы на базе специализированных программных средств.

Ключевые слова: железнодорожная автоматика и телемеханика, техническая диагностика, мониторинг, инцидент, система технической диагностики и мониторинга, восточный полигон

Для цитирования: Пультяков А.В., Алексеенко В.А. Организация работы центров технической диагностики и мониторинга устройств автоматики и телемеханики на Восточном полигоне / Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2023. № 1. С. 23-28. DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-5.

RAILWAY TRANSPORT

Scientific article

ORGANIZATION OF THE CENTERS FOR TECHNICAL DIAGNOSTICS AND MONITORING OF AUTOMATION AND TELEMCHANICS DEVICES AT THE EASTERN POLYGON

Andrey V. Pulyakov, Vladimir A. Alekseenko
(Irkutsk State Transport University ISTU, Irkutsk, Russia)
Pulyakov@irgups.ru, bezvoprosov03@mail.ru

Abstract. Discusses the issues of organizing the work of centers for technical diagnostics and monitoring of railway automation and remote control devices at the Eastern training ground of Russian Railways. The structure of the interaction of signaling, centralization and blocking distances with the center for technical diagnostics and device monitoring is shown, the main indicators of its work are given and the main tasks and functions are considered. The structure of the centers is analyzed and the features of the functioning of the centers for technical diagnostics and monitoring of railway automation and telemechanics devices on the railways of the Eastern range of Russian Railways are shown, and the issues of organizing their work on the basis of specialized software are considered.

Keywords: railway automatics and telemechanics, technical diagnostics, monitoring, incident, technical diagnostics and monitoring system, eastern polygon

For citation: Pulyakov A.V., Alekseenko V.A. Organization of work of centers for technical diagnostics and monitoring of automation and telemechanics devices at the Eastern polygon / Transport: science, equipment, management. Scientific information collection. 2023. No. 1. P. 23-28. DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-5.

Введение

Первостепенной и ежедневной задачей всех инфраструктурных предприятий в составе ОАО «РЖД» является безусловное обеспечение требуемого уровня безопасности и бесперебойности движения поездов, что в свою очередь позволяет обеспечивать сохранность грузов и подвижного состава, здоровья пассажиров и работников транспорта. Высокая интенсивность движе-

ния поездов на сети железных дорог и отсутствие эффективных инструментов контроля качества работы персонала, приводят к появлению значительного числа отказов, в том числе и отказов устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ), которые могут приводить к значительному снижению требуемого уровня надёжности, безопасности и бесперебойности движения поездов [1].

Для предотвращения таких отказов на сети дорог ОАО «РЖД» созданы и функционируют Центры технической диагностики и мониторинга (ЦТДМ) устройств ЖАТ. Первоначальная цель создания ЦТДМ, заключалась в предотвращении отказов устройств ЖАТ. Со временем круг решаемых задач расширился, и сегодня инженеры ЦТДМ работают в трех направлениях: оперативный контроль состояния устройств ЖАТ и выявление предотказов, контроль выполнения электро-механиками по обслуживанию устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) графика технологического процесса и автоматизированный контроль выполнения работ по отдельным технико-нормировочным картам [2].

Достаточно много работ, в которых предлагаются различные пути решения, посвящено актуальным вопросам совершенствования системы технической эксплуатации устройств железнодорожной автоматики и телемеханики с целью сокращения эксплуатационных расходов связанных как с затратами на техническое обслуживание устройств ЖАТ, так и с издержками, вызванными ремонтом, и как следствие простоем оборудования, и задержками поездов, вызванными отказами технических средств [3-8].

Развитию средств технической диагностики и мониторинга и построению на их основе систем удалённого контроля параметров устройств ЖАТ, а также обоснованию необходимости и подтверждению эффективности внедрения таких систем посвящено значительное количество научно-практических работ, которые ведутся на протяжении почти двух десятков лет. Основополагающими в этом направлении являются работы [9, 10]. Некоторые конкретные решения приведены в [11-13]. Оценка внедрения систем ТДМ и опыт работы созданных Центров технической диагностики и мониторинга устройств ЖАТ рассматривается в работах [14-20].

Центры технической диагностики и мониторинга

Центры технической диагностики и мониторинга устройств ЖАТ предназначены для реализации концепции системы технической диагностики и мониторинга заключающейся в повышении надежности работы устройств, непосредственно обеспечивающих безопасность и бесперебойность перевозочного процесса, за счет оперативного контроля их технического состояния [2, 9, 10].

Целью деятельности ЦТДМ является обеспечение высокой и постоянной готовности систем и устройств ЖАТ к непрерывному процессу осуществления перевозки грузов и пассажиров путём мониторинга технического состояния средств ЖАТ и организации оперативного устранения выявленных предотказных состояний и отказов технических средств ЖАТ в сроки, определённые нормативными документами ОАО «РЖД».

Также ЦТДМ обеспечивает требуемый уровень безопасности движения поездов и бесперебойности их следования за счёт контроля фактического выполнения работниками дистанций СЦБ работ по техническому обслуживанию устройств и систем ЖАТ и соблюдения технологии выполнения этих работ.

В соответствии с возложенными на ЦТДМ задачами основными его функциями являются:

- оперативный контроль технического состояния устройств ЖАТ в режиме реального времени в целях обеспечения их безотказной работы;
- выявление предотказных состояний устройств ЖАТ, в том числе диспетчерской централизации (ДЦ), диспетчерского контроля (ДК) и комплекса технических средств контроля состояния подвижного состава на ходу поезда (КТСМ);
- оповещение причастных служб при выявлении предотказных состояний средств ЖАТ с целью организации процесса восстановления их исправного и работоспособного состояния;
- учёт предотказных состояний устройств ЖАТ и анализ причин их возникновения и невыполнения нормативов по срокам их устранения;
- контроль выполнения работниками дистанций СЦБ технологических процессов и порядка производства работ;
- участие в расследовании событий и транспортных происшествий, связанных с нарушением уровня безопасности и бесперебойности движения поездов при отказах технических средств инфраструктуры и технологических нарушений, в части представления архивных данных о техническом состоянии устройств ЖАТ, поездном положении и действиях оперативного персонала [2].

Взаимодействие центра мониторинга с отделом эксплуатации устройств ЖАТ, на уровне дистанции СЦБ (ШЧ) и службы автоматики и телемеханики (Ш), а также внутри дистанций осуществляется в соответствие со структурой взаимодействия, представленной на рис. 1.

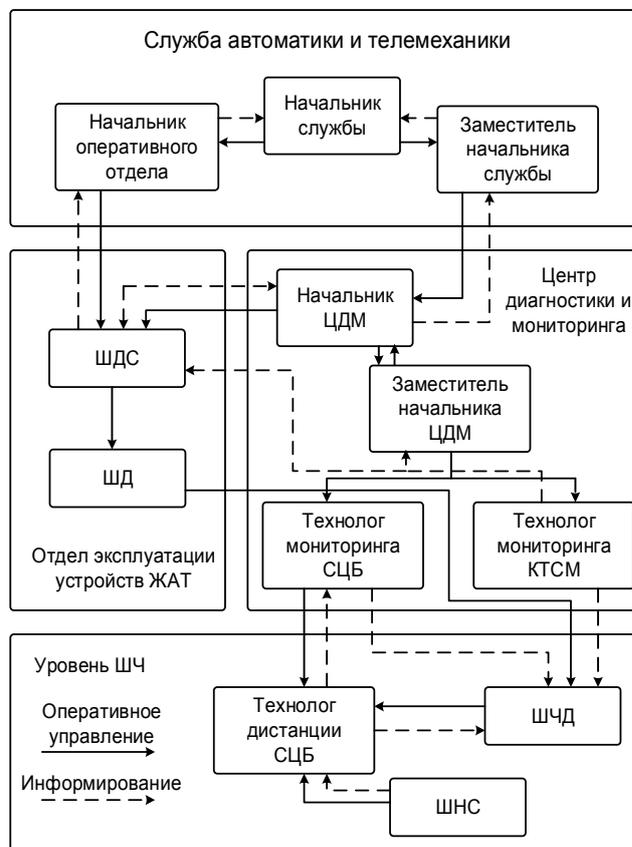


Рис. 1. Структура взаимодействия дистанций СЦБ с ЦТДМ

Руководство центром технической диагностики и мониторинга устройств ЖАТ осуществляет начальник ЦТДМ, а его деятельность координируется первым заместителем начальника службы автоматики и телемеханики региональной дирекции инфраструктуры.

Контроль состояния и отдельных параметров устройств ЖАТ на основании непрерывного мониторинга средствами технической диагностики и мониторинга, принятие мер при выявлении предотказных состояний и отклонений от норм содержания устройств ЖАТ, возлагается на технолога или инженера по мониторингу дистанции СЦБ (ШЧДМ) и ЦТДМ (ШДМ).

Особенности функционирования ЦТДМ на Восточном полигоне

Восточный полигон ОАО «РЖД» является ключевым элементом в развитии транспортной системы страны, в развитии трансконтинентальных и международных перевозок [21-23]. Географически Восточный полигон включает в себя с запада на восток Красноярскую, Восточно-Сибирскую, Забайкальскую и Дальневосточную железные дороги и имеет протяженность более 17 тыс. км. На полигоне расположены 1042 железнодорожных станции и 1087 перегонов [24-25]. Мониторинг устройств ЖАТ станций и перегонов Восточного полигона осуществляется такими системами технической диагностики и мониторинга, как АПК-ДК «КИТ», АПК-ДК «ИМСАТ», АДК СЦБ, СТДС АПС и др.

Основными показателями, характеризующими работу ЦТДМ являются следующие показатели:

- оснащенность станций и перегонов средствами технической диагностики и мониторинга (СТДМ);
- показатели работы с инцидентами, то есть объем обработанных инцидентов, интенсивность их обработки и распределение по месяцам;
- непроизводительные потери центров, то есть инциденты типа «Недостатки диагностики» и «Технологические ситуации»;
- неисправности, выделенные центрами ТДМ на сети железных дорог;
- неисправности высокой критичности и логические ложные свободности;
- инциденты вследствие проведения технического обслуживания и ремонта (ТОиР);
- контроль соблюдения технологической дисциплины (контроль выполнения графика ТОиР и контроль выключений).

На дорогах, входящих в состав Восточного полигона, работа ЦТДМ организована по-разному и зависит это как от количества объектов контроля на дороге, так и от количества работников, выполняющих соответствующие задачи. Стоит учесть, что объекты оснащены устройствами контроля на разном уровне и количество диагностических ситуаций не зависит от длины перегонов и размера станций.

Штат ЦТДМ Восточно-Сибирской железной дороги непосредственно задействованный в выявлении предотказных состояний и обработке диагностических ситуаций включает в себя начальника центра, технолога, одного инженера и одну круглосуточную смену из 5 инженеров. В обработке инцидентов задействованы 7 человек, при этом количество объектов контроля составляет 468 из них 244 станции и 224 перегона. Среди всех станций, станций с низким уровнем диагностики – 136 (55,7%), со средним уровнем – 69 (28,3%), с высоким

– 39 (16%), среди перегонов, с низким уровнем диагностики – 119 (53,1%), со средним – 54 (24,1%), с высоким – 51 (22,8%). По всей дороге всего 31 не контролируемый объект, 4 станции (1%) и 27 перегонов (11%).

Оснащенность станций и перегонов системами технического диагностирования и мониторинга на Восточном полигоне достаточно высокая и на нём производится контроль около 80% станций и 55% перегонов от общего их количества. При этом высоким уровнем диагностики оснащены порядка 12% станций и перегонов [26].

На Красноярской железной дороге в штат ЦТДМ входят начальник центра, ведущий инженер и одна круглосуточная смена из 4 человек. В обработке инцидентов на Красноярской железной дороге задействовано 6 человек, при этом количество объектов контроля составляет 224, из которых 170 станций и 54 перегона. Из общего количества станций высокий уровень диагностики имеют 45, средний – 8, низкий – 117, что составляет 68,8% от всего количества диагностируемых станций. Из 54 перегонов 29 имеют низкий уровень диагностики, 2 средний и 23 высокий. Видно, что количество станций и перегонов с низким уровнем диагностики превышает количество станций и перегонов с высоким и средним уровнями. Не контролируемых станций по дороге всего 14 (8%), а перегонов 135 (72%).

На Забайкальской железной дороге в штат ЦТДМ входят начальник центра, ведущий инженер и 3 круглосуточные смены по 5 человек в каждой, так как функционально дорога разделена на 3 участка. Таким образом, в ЦТДМ работают 17 человек, и они обрабатывают инциденты с 301 объекта контроля, из которых 152 станции и 149 перегонов. Всего по дороге не контролируемых станций 22 (13%) и 32 перегона (18%). Среди общего количества контролируемых станций (152) с низким уровнем диагностики – 72 (47,4%), со средним – 50 станций (32%) и с высоким уровнем – 30 станций (19,7%). Среди контролируемых перегонов (149) с низким уровнем диагностики – 90 (60,4%), со средним – 47 (31,2%) и с высоким – 12 (8,1%). Среди контролируемых станций 51,7% с высоким и средним уровнями диагностики, а на перегонах 39,3%, что полностью обосновывает количество работников.

На Дальневосточной железной дороге в штат ЦТДМ входят начальник центра, ведущий инженер, две круглосуточные смены по 5 человек в каждой и две дневные смены по 2 человека. В дневное время дорога поделена на 4 участка, а в ночное время на две части и контролируется двумя инженерами, входящими в круглосуточные смены. В ЦТДМ работают 16 человек и это количество работников контролирует 433 объекта, из них 252 станции и 181 перегон. Среди контролируемых станций 147 (58%) с низким уровнем диагностики, 88 (34,9%) со средним и 17 (6,7%) с высоким. Из всего количества контролируемых перегонов, 87 (48,1%) с низким уровнем диагностики, 43 (23,8%) со средним и 51 (28,2%) с высоким. По всей дороге не контролируется 42% (184) станций и 61% (285) перегонов.

На сегодняшний день наиболее оснащенной дорогой в части доли станций с высоким уровнем диагностики является Красноярская железная дорога (24%). Наиболее высокий процент по оснащённости перегонов приходится на Восточно-Сибирскую железную дорогу (20%). Так же стоит отметить, что на Восточно-Сибирской дороге самый маленький процент неконтролируемых участков, 1,6% от всего количества станций и 10,8% от всего количества перегонов.

Организация работы ЦТДМ на Восточном полигоне

ЦТДМ работает на базе взаимодействия программных средств комплекса задач «Мониторинг» и специализированного программного обеспечения «Инциденты», а также единой корпоративной автоматизированной системы управления инфраструктурой (ЕК АСУИ), автоматизированной системы управления хозяйством автоматики и телемеханики (АСУ-Ш-2) и системой ГИД «Урал-ВНИИЖТ» (график исполненного движения).

В соответствии с проектной документацией, а также с учётом технических возможностей в КЗ «Мониторинг» осуществляется вывод информации с низовых систем ДЦ, ДК и СТДМ. Для дороги должна быть составлена и поддерживаться в актуальном состоянии карта оснащённости станций и перегонов системами ДЦ, ДК и СТДМ с наложением информации о передаче данных в КЗ «Мониторинг».

Для увязки КЗ «Мониторинг» с низовыми системами ДЦ, ДК и СТДМ в зависимости от технических решений используются шлюзовые машины связи, серверы унифицированного обмена и центральные пункты (ЦП). Также может осуществляться «сквозная» передача датчиков на унифицированные серверы СТДМ. Для получения данных о расписании, номерах и типах поездов требуется осуществить увязку ГИД с сервером мониторинга СТДМ. Для получения данных о технической оснащённости объектов ЖАТ необходимо выполнить пообъектную увязку КЗ «Мониторинг» с АСУ-Ш-2.

Для организации автоматической передачи инцидентов в ЕК АСУИ, создании рабочих заданий и получения данных об устранении неисправностей осуществляется увязка КЗ «Мониторинг» с ЕК АСУИ. Данная увязка представлена на структурной схеме на рис. 2.

Основным методом оперативного контроля состояния устройств ЖАТ является управление инцидентами в ПО «Инциденты». Формирование инцидента происходит автоматически при выявлении каждой новой диагностической ситуации путём создания карточки инцидента. При наличии инцидента с незаконченным статусом и выявлении новой диагностической ситуации по

данному объекту с аналогичным классификатором проявлений ситуация автоматически попадает в текущий инцидент.

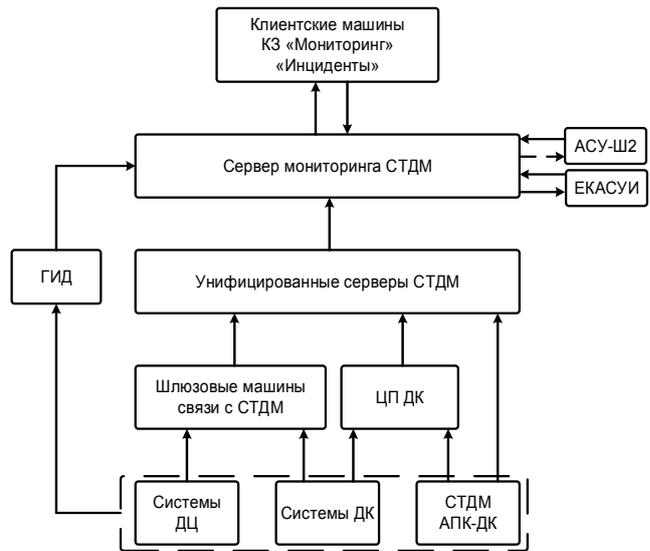


Рис. 2. Стыкование ЦТДМ с системой АПК-ДК

Карточка инцидента состоит из нескольких вкладок и полей. Часть из них несёт текстовую диагностическую информацию, другая часть – необходима для заполнения инженером по мониторингу в процессе работы с инцидентом. Карточка инцидента с открытой вкладкой «Описание», представлена на рис. 3.

На вкладке «Описание» имеются поля – «Статус» инцидента, «Время» начала первой выявленной диагностической ситуации инцидента, «Есть в УО» – позволяет инженеру поставить отметку о наличии отказа технического средства, связанного с диагностической ситуацией в инциденте; «Место» (два поля), «Проявление» (два поля), «Важность» (критически важный, очень важный, важный, низкая важность, неважный) и «План в ШЧ» – позволяет установить плановую дату устранения инцидента.

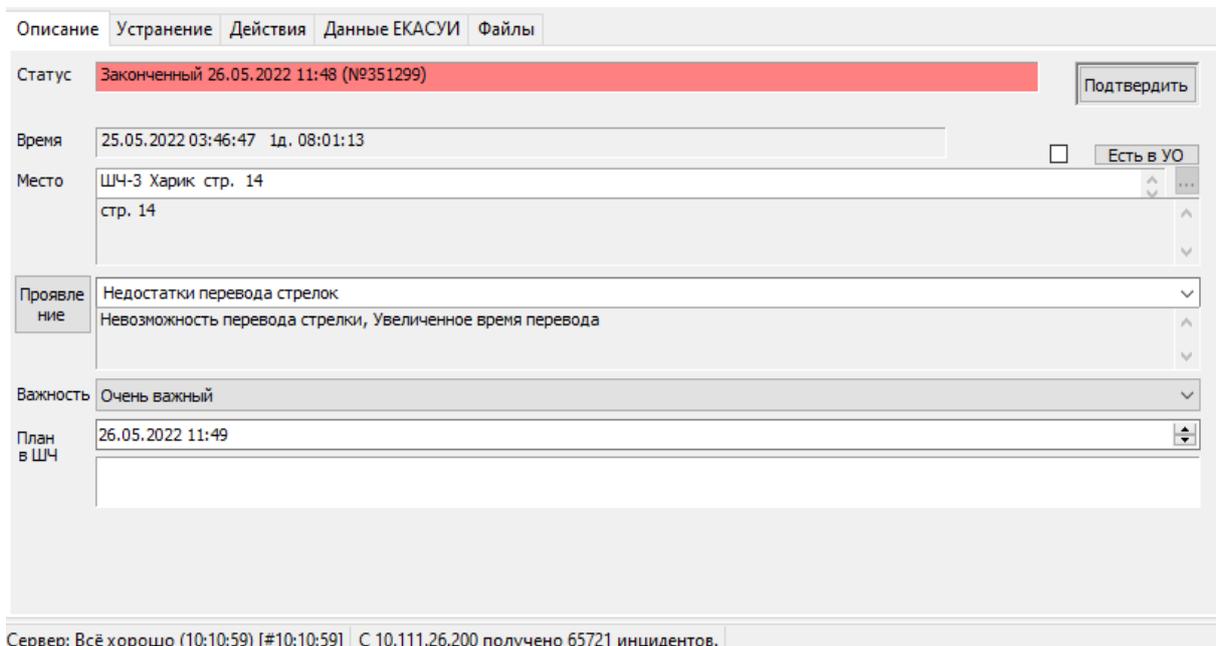


Рис. 3. Вкладка «Описание» карточки инцидента

На рис. 4 изображены диаграммы объема обработанных инцидентов и интенсивность их обработки за один месяц 2022 г. Из диаграммы объема обработанных инцидентов видно, что количество выявленных всеми видами системам мониторинга инцидентов в январе 2022 года составило 514 696 шт. Обработано из них 501 770 или 97,4%. Практически в полном объеме обработаны инциденты на 2 дорогах [26].

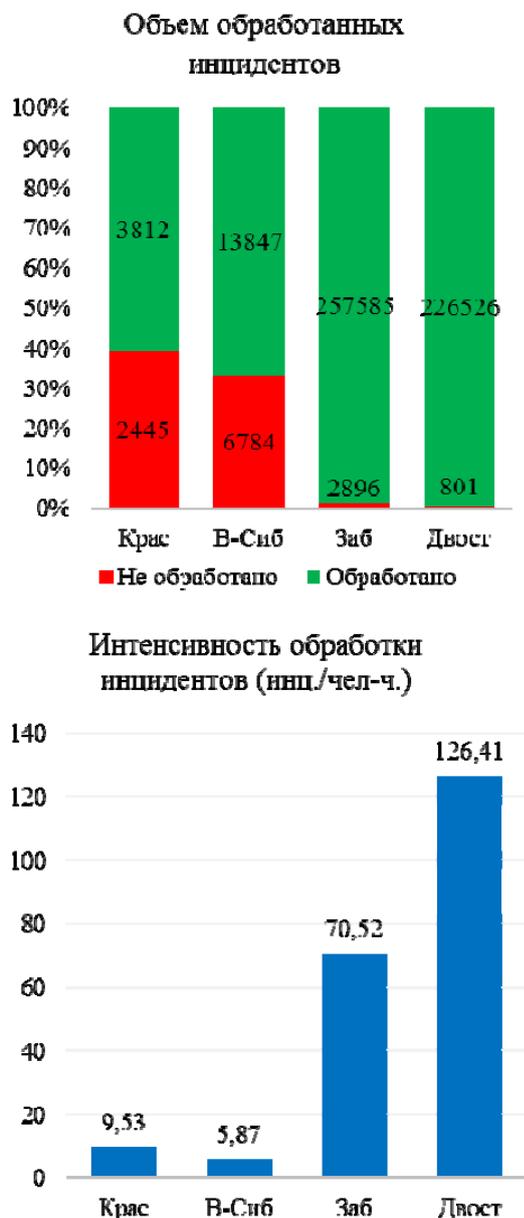


Рис. 4. Показатели работы с инцидентами в ЦТДМ

Средняя интенсивность обработки инцидентов по сети железных дорог ОАО «РЖД» составляет 35,8 инц./чел.-ч. Средняя интенсивность обработки инцидентов по железным дорогам Восточного полигона составила 53,08 инц./чел.-ч.

Почти в два раза выше среднесетевого значение этого показателя на Забайкальской и в 3,5 раза на Дальневосточной железных дорогах. На Красноярской и Восточно-Сибирской железных дорогах этот показатель значительно ниже среднего, при этом процент обработки составил менее 50%, что говорит о низкой интенсивности работы в ЦТДМ.

Заключение

С целью повышения эффективности работы ЦТДМ, по примеру Забайкальской и Дальневосточной железных дорог возможно выполнить функциональное разделение Восточно-Сибирской и Красноярской железных дорог на два участка и расширение штата ЦТДМ на одну круглосуточную смену из 5 работников.

Широко используемая система диспетчерского контроля АПК-ДК является эффективной системой контроля, но в её работе есть недочёты. На ряду с диагностическими ситуациями, которые появляются из-за неисправностей устройств, есть инциденты, классифицируемые как «Недостатки диагностики», вызванные несовершенством программного обеспечения, «Техническое обслуживание и ремонт» при графиковых работах и «Технологическая Ситуация», связанные с поездной обстановкой или действиями ДСП/ДНЦ. Такие инциденты часто ложные, их появление не оказывает влияние на работу устройств, но они подлежат обработке инженерами мониторинга. Поэтому необходимо снизить количество ложных инцидентов, тем самым уменьшить нагрузку инженеров мониторинга и увеличить показатели обрабатываемости инцидентов ЦТДМ дорог.

Список источников

1. Системы железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. В 2 ч. / А.В. Горелик, Д.В. Шалягин, Ю.Г. Боровков, В.Е. Митрохин и др.; под ред. А.В. Горелика. – М.: ФГБОУ «УМЦ по обр. на ж.-д. трансп.», 2012. – 477 с.
2. Стратегия управления инцидентами в хозяйстве автоматики и телемеханики. Утв. распор. ЦДИ – филиала ОАО «РЖД» № ЦДИ-3778 от 12.09.2022 г. – М.: ОАО «РЖД» – 2022. – 27 с.
3. Шаманов В.И. Совершенствование системы технического обслуживания устройств автоматики / В.И. Шаманов, А.В. Пультяков // Автоматика, связь, информатика. – 2008. – № 12. С. 13-15.
4. Шаманов В.И. Марковская модель процесса технического обслуживания и ремонта устройств автоматики / В.И. Шаманов, А.В. Пультяков // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2008. – №1(17). – С. 82-85.
5. Пультяков А.В. Управление инцидентами в системе технической эксплуатации микропроцессорных устройств железнодорожной автоматики и телемеханики / А.В. Пультяков, В.А. Алексеенко, Р.В. Лихота // Транспорт Урала. – 2020. – №1(64). – С. 43-47.
6. Швалов Д.В. Сокращение ресурсозатрат при реализации планово-предупредительного технического обслуживания устройств железнодорожной автоматики на основе цифровых моделей. Автоматика на транспорте. – 2022. – Т. 8. № 2. – С. 178-187.
7. Повышение качества эксплуатации микропроцессорных устройств / М.В. Белькевич, А.В. Пультяков, В.А. Алексеенко, Р.В. Лихота // Автоматика, связь, информатика. – 2016. – №1. – С. 24-27.
8. Likhota R.V., Puptyakov A.V., Alekseenko V.A., Lontikh P.A. Organizing operation of microprocessor devices of railway automation based on the incident management system // Proceedings of the 6th International Symposium on Innovation and Sustainability of Modern Railway ISMR 2018. Beijing: China Railway Publishing House. 2018. P. 660 – 665.

9. Сапожников В.В., Сапожников Вл.В. Основы технической диагностики. – М.: Маршрут, 2004. 316 с.
10. Ефанов Д.В. Функциональный контроль и мониторинг устройств железнодорожной автоматики и телемеханики: монография. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2016. – 171 с.
11. Средства технической диагностики и удаленного мониторинга СТД-МПК / А.Б. Никитин, С.В. Бушуев, К.В. Гундырев [и др.] // Автоматика, связь, информатика. – 2012. – № 10. – С. 6-8.
12. Пулытьяков А.В. Удалённый контроль напряжения электропитания на сигнальных установках автоблокировки [Электронный ресурс] / А.В. Пулытьяков, А.В. Шейкин, С.М. Медведев // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. – 2019. – №1(3). – Режим доступа: – <http://mnv.irkups.ru/toma/13-2019>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
13. Наумов Д.В. Актуальные направления деятельности хозяйства автоматики и телемеханики // Автоматика, связь, информатика. – 2018. – № 4. – С. 9-11.
14. Бушуев, С.В. Оценка влияния систем технической диагностики и мониторинга на надежность работы устройств железнодорожной автоматики и телемеханики в эксплуатации / С.В. Бушуев, М.Л. Ускова, А.Н. Попов // Транспорт Урала. – 2014. – № 3 (42). – С. 68-72.
15. Черезов Г.А. Современное состояние диагностирования объектов инфраструктуры железнодорожной автоматики и телемеханики // Вестник транспорта Поволжья. – 2017. – № 2(62). – С. 62-66.
16. Федоров Н.В. Развитие функционала систем ЖАТ и диагностики / Н.В. Федоров, К.В. Полежаев // Автоматика, связь, информатика. – 2021. – № 1. – С. 7-9.
17. Лукоянов Д.С. Роль ЦДМ в оптимизации технического обслуживания и ремонта устройств ЖАТ // Автоматика, связь, информатика. – 2021. – № 1. – С. 10-14.
18. Шапов И.С. Средства диагностики – инструмент для снижения отказов // Автоматика, связь, информатика. – 2021. – № 1. – С. 14-15.
19. Панов А.А. Потенциал развития систем мониторинга // Автоматика, связь, информатика. – 2021. – № 1. – С. 18-20.
20. Шевцов О.П. Карнаухов А.С. Антипкин В.А. Система ТДМ дает заметный результат // Автоматика, связь, информатика. – 2021. – № 1. – С. 21-23.
21. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года. [Электронный ресурс]. URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/7/2812>, свободный (дата обращения: 18.10.2022).
22. Бородин А.Ф. Научная оценка перспектив модернизации Восточного полигона сети Российских железных дорог / А.Ф. Бородин, М.В. Сторчак // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». – 2017. – № 2. С. 65 – 73.
23. Булохова Т.А. Пути повышения прибыльности транзитных перевозок на Восточном полигоне Транссибирской магистрали / Т.А. Булохова, Н.Н. Григорьева, В.А. Олинцевич // Baikal Research Journal. – 2021. – Т. 12, № 2. [Электронный ресурс]. URL: <http://brj-bguer.ru/reader/article.aspx?id=24542>, свободный (дата обращения: 18.10.2022).
24. Самуйлов В.М. Транспортная стратегия развития Восточного полигона / В.М. Самуйлов, В.Б. Солохов // Инновационный транспорт. – 2021. – № 1(39). – С. 16–19.
25. Пехтерев Ф.С. Перспективы развития железнодорожной инфраструктуры Восточного полигона сети ОАО «РЖД» / Экономика железных дорог. – 2015. – № 2. – С. 60-65.
26. Анализ работы дорожных центров ТДМ за январь 2022 года, наряд-заказ № 137-2022/ОАТ от «22» февраля 2022 года.

Сведения об авторах

Пулытьяков Андрей Владимирович – доцент, заведующий кафедрой «Автоматика, телемеханика и связь», кандидат техн. наук, Иркутский государственный университет путей сообщения.

664074, г. Иркутск, ул. Чернышевского, 15.

Моб.т. 89027611127,

e-mail: pulytyakov@irkups.ru.

Алексеенко Владимир Александрович – доцент кафедры «Автоматика, телемеханика и связь», кандидат техн. наук, Иркутский государственный университет путей сообщения.

664074, г. Иркутск, ул. Чернышевского, 15.

Моб.т. 89086470002,

e-mail: bezvoprosov03@mail.ru.

Information about the authors

Pulytyakov A. V. – Ph.D. (Tech), Associate Professor, Head sub department of Automation, Remote Control and Communication. Irkutsk State Transport University, Irkutsk,

664074, Irkutsk, Chernyshevsky str., 15.

Mob.t. 89027611127,

e-mail: pulytyakov@irkups.ru.

Alekseenko V. A. – Associate Professor, sub Department of Automation, Remote Control and Communication. Irkutsk State Transport University, Irkutsk,

Mob.t. 89086470002,

e-mail: bezvoprosov03@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 14.09.2022, одобрена после рецензирования 11.10.2022, принята к публикации 12.11.2022.

The article was submitted 14.09.2022, approved after reviewing 11.10.2022, accepted for publication 12.11.2022.

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

ВОЗДУШНЫЙ ТРАНСПОРТ

Научная статья

УДК 378.14.015.62, 656.7.025, 378.14

DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-6

КОМПЕТЕНТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ ВЫПУСКНИКА ЛЕТНОГО УЧИЛИЩА

Иванов Владимир Александрович

(Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации, СПбГУГА, г. Санкт-Петербург)
(ПАО Авиакомпания "Сибирь", г. Новосибирск)
ivanov.pilot@list.ru

***Аннотация.** Рассмотрена структура компетентностной модели выпускника летного училища, изучены современные требования к подготовке специалистов для авиации. Обозначены главные проблемы в обучении. Даны общие рекомендации по решению ряда противоречий, присутствующих на данный момент при формировании профессиональных компетенции в летном училище.*

***Ключевые слова:** компетентностная модель, летное училище, авиация, выпускник, подготовка*

***Для цитирования:** Иванов В.А. Компетентностная модель выпускника летного училища. // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2023. № 1. С. 29-32. DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-6.*

AIR TRANSPORT

Scientific article

COMPETENCE MODEL OF A FLIGHT SCHOOL GRADUATE

Vladimir A. Ivanov

St. Petersburg State University of Civil Aviation, SPbGUGA (Saint Petersburg)
PJSC Airline "Siberia", Novosibirsk
ivanov.pilot@list.ru

***Annotation.** The structure of the competence model of a graduate of a flight school is considered, modern requirements for training specialists for aviation are studied. The main problems in training are outlined. General recommendations are given for solving a number of contradictions present at the moment in the formation of professional competencies in flight school.*

***Keywords:** competence model, flight school, aviation, graduate, training*

***For citation:** Ivanov V.A. Competence model of a flight School Graduate. // Transport: Science, technology, management. Scientific information collection. 2023. No. 1. P. 29-32. DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-6.*

Введение

На сегодняшний день проблема подготовки специалистов для авиационной отрасли стоит очень остро. Актуальность темы настоящей работы обусловлена тем, что существует ряд серьезных проблем при разработке программ авиационной направленности, которые смогли бы отразить потребности предприятий авиационного комплекса и обеспечить эффективный процесс формирования компетентностной модели с учетом вариативных возможностей. Подготовка выпускника летного училища имеет свою специфику и одновременно должна быть нацелена на обеспечение безопасности полетов. Глобальные преобразования, проводимые в Российской Федерации, имеют конечной целью повышение качественных показателей профессиональной деятельности авиационных специалистов. В связи с этим актуализируется поиск перспективных направлений для обновления содержания обучения в летных училищах.

Постановка задачи

Целью исследования является изучение особенностей формирования компетентностной модели выпускника летного училища с учетом предъявляемых к нему высоких требований. Практическое значение результатов исследования заключается в возможности применения его основных концептуальных положений при организации обучения и компетентностной подготовки в авиации.

Ряд ученых и педагогов обращались к созданию модели будущего специалиста, а также модели студента, получающего определенную специальность. Таким образом, возник термин «компетенция», который рассматривается в работах М.Н. Гордеевой, Е.П. Непочаевых [7, с.243] и др. Отметим, что компетентностная модель должна учитывать не только направление обучения, но и отрасль, для которой это обучение проводится. В качестве компетентностной модели специалиста исследуется сложная система, содержащая набор

управляемых, взаимодействующих элементов, представляющих сферу деятельности, прикладные технологии, профессиональные и психологические характеристики специалиста. Компетентностью является способность достигать результата в деятельности, основа при этом личностные качества, приобретённые знания, навыки и способности, которые проявляются в поведении [6, с.337].

Анализируя конкретную профессиональную направленность, компетенции не рассматриваются изолированно друг от друга. Они объединены в некую структуру, в которой присутствует иерархическое соотношение с системой более высокого уровня, известной как модель компетенций. В стандартах образования по специальности «Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения» указано 60 общих и 192 профессиональных компетенции, которыми должны обладать авиационные специалисты [3, с.168]. Далее происходит дополнение списков, формирование которых происходит по мере освоения специализаций. Можно отметить, что такой широкий спектр компетенций не всегда является удобным для работы и не может быть направлен на разработку устойчивых характеристик, необходимых и достаточных для выполнения полетов. Компетентностная модель, представленная в Руководстве по обучению пилотов авиации на основе анализа фактических данных, включает в себя в общей сложности 8 компетенций, среди которых: процедуры, коммуникация, управление траекторией (автоматизация), управление траекторией (ручное управление), управление и командная работа, осведомленность ситуационного плана, управление рабочей нагрузкой. В моделях нет иерархии навыков, способной отразить их важность для достижения летных результатов и позволяющей разделить пилотов по степени успешности.

Таким образом, перед сферой образования в авиации встает необходимость разработки целостной модели компетенций для выпускников летного училища. Стоит отметить, что в настоящее время проводится ряд мероприятий по решению существующих проблем в авиационной отрасли. В частности, Аэрофлот разработал специальную программу, направленную на сохранение навыков и знаний выпускников авиационной отрасли. Ее реализация запланирована на учебно-производственной базе Аэрофлота. Идея проекта авиакомпании основана на необходимости обеспечения кадрового резерва авиационного персонала отрасли на будущее для ее дальнейшего развития.

Одной из самых актуальных проблем в области авиации является проблема аварийности. Одной из главных причин выступает несоответствие подготовки выпускников летных училищ требованиям авиакомпаний.

Рассматривая особенности компетентностной модели выпускников летного училища, важно отметить, что не всегда учащиеся поступают в учебные заведения с четко определенными профессиональными ориентациями, со своими индивидуальными и психологическими особенностями. В этом случае необходим дифференцированный подход, направленный на профессиональную подготовку. Дифференцированный подход предполагает формирование на его основе типологических групп и дифференциацию содержания образования, методов и форм обучения. В то же время важно подчеркнуть, что индивидуальные и психологические

характеристики могут быть как стабильными, так и изменчивыми.

Способность человека к обучению является одним из важнейших критериев дифференциации в образовательном процессе. Под способностью к обучению мы понимаем совокупность интеллектуальных качеств человека, от которых зависит продуктивность учебной деятельности. Особенности способности к обучению включают в себя:

- а) обобщенность умственной деятельности;
- б) внимательность (осознанность) в умственной деятельности;
- г) устойчивость умственной деятельности.

Исследуя специфику формирования компетентностной модели выпускника летного училища следует особо выделить, что в последние годы появляется все более неутешительная статистика устойчивого роста числа авиакатастроф и серьезных авиационных происшествий с участием, как активных пилотов, так и курсантов. По мнению исследователей, одной из важных причин данного явления является недостаточная вестибулярная устойчивость. Таким образом, на первый план выходит соответствующая физическая подготовка [5, с.236].

Анализ педагогических исследований в выбранном направлении показал, что комплексное изучение основных механизмов регуляции адаптационных процессов в контексте определения возможного влияния на них с помощью физических средств продолжает оставаться вне научного интереса исследователей, хотя проблема адаптации организма курсантов к условиям летной работы в целом изучается. Вопросы повышения порога устойчивости к перегрузкам, укачиванию и кислородному голоданию, определяющие степень развития особых качеств, также остаются недостаточно проработанными. Развитие и совершенствование специальных качеств на первом (теоретическом) этапе курса летной подготовки способно повысить успеваемость курсантов, что, в свою очередь, повлияет на успешность их адаптации к неблагоприятным факторам полета и овладение техникой пилотирования [2, с.49].

Для поддержания и улучшения профессиональных характеристик курсантов (пилотов) выпускники летного училища должны обладать необходимым уровнем физического развития, высокой психологической устойчивостью, а также особыми качествами, которые очень важны - устойчивостью к перегрузкам, укачиванию, включая вибрацию, и недостатку кислорода. Развитие специальных характеристик влияет на улучшение летных способностей пилота, что, в свою очередь, приводит к повышению уровня безопасности полетов.

При исследовании компетентностной модели выпускников летного училища, особое внимание уделяют тем компетенциям, которые в будущем обеспечат безопасность полетов. Результаты исследований, проведенных Межавиационным комитетом в области гражданской авиации и использовании воздушного пространства, свидетельствуют об ухудшении безопасности полетов, при этом отмечается высокая роль человеческого фактора в возникновении авиационных происшествий. Соответственно, мы видим необходимость разработки целенаправленных комплексных программ по всем аспектам влияния человеческого фактора на безопасность полетов. Одной из основ таких программ может быть

компетентностный подход, парадигма, которая развивает и дополняет психологию летных навыков и профессионально важных качеств пилота.

Целостная модель включает в себя ряд необходимых компетенции. Речь идет о группе социальных навыков, среди которых: коммуникативные навыки / коммуникабельность; формирование командных навыков / лидерство и социальная работа. Целая группа метакомпетентностей (производительность, дисциплина, производительность, ответственность) пересекается с обобщенной конструкцией модели обучения, основанной на фактических данных — управлением рабочей нагрузкой. Особо выделим, что только в целостной модели выделяются следующие компетентности: мобильность, способность к обучению, психическое здоровье, которые не учитываются в международной модели. Таким образом, особая роль отводится не только физической подготовке выпускников летного училища, но и психическому здоровью.

Важная составляющая компетентностной модели — иноязычное образование. Для этой профессиональной группы требуется хорошее владение английским языком, что позволяет оставаться в состоянии коммуникативной пригодности для выполнения профессиональных обязанностей. Специалисты авиакомпании неоднократно отмечали, что безопасность полетов напрямую зависит от знания английского языка авиации, соответствующей лексики и правил радиосвязи на английском языке, используемых участниками прямых рейсов [4, с.702].

Проблема состоит в том, что языковая подготовка будущих выпускников летного училища в настоящее время оценивается отечественными представителями авиационной отрасли как неудовлетворительная, при этом специалисты обращаются как к содержанию учебно-методических комплексов, так и к самой методике преподавания английского языка. В частности, по мнению Н. П. Мельниченко [8], пособия и учебники, используемые сегодня в учебном процессе, мало соответствуют современным целям обучения, некоторые из них безнадежно устарели, а другие, откровенно говоря, не имеют конкретной направленности. К сожалению, метод изучения авиационного английского языка и фразеологии радиовещания, применяемый в училище, практически не учитывает новейшие достижения отечественной и зарубежной теории и практики преподавания авиационного английского языка.

На наш взгляд, для того, чтобы улучшить и исправить существующую ситуацию, было бы нецелесообразно предварительно отслеживать практическую реализацию коммуникативных навыков среди выпускников разных лет выпусков. В настоящий момент готовность выполнять тот или иной вид профессиональной деятельности (трудовые функции) выпускника, исходя из его, например, коммуникативной компетенции, прогнозируемой действующими ФГОС и ООП, ставится под сомнение. Таким образом, ФГОС должен иметь возможность конкретизировать требования к результатам обучения на уровне конкретной образовательной программы, В противном случае они будут мало или с трудом поддаваться проверке. Коммуникативная компетенция в изучении иностранного языка должна быть

по максимуму детализирована, соотносится с квалификационной шкалой владения языком ИКАО и проверяться соответствующими оценочными методами. В идеале выпускник летного училища должен в итоге получить соответствующий сертификат, подтвержденный уровень владения иностранным языком.

Одной из серьезных проблем является отсутствие практических навыков. В этом случае имеет смысл использовать специальные тренажеры и возможно переобучение. Рационально наладить производство так называемых программ — флайт симуляторов, которые имеют бюджетную цену по сравнению с летными тренажерами. Одновременно они являются достаточно мобильными и могут быть установлены даже в домашних условиях. Таким образом возможно оттачивание профессиональных навыков: считывать данные с приборной панели, отслеживать положение самолета, других самолетов, аэродромов, ориентиров, вводить ошибки и действовать в соответствии с ситуацией.

Важно образовательным учреждениям взаимодействовать с существующими авиакомпаниями. В настоящий момент в данной сфере есть продвижения. Аэрофлот, например, заключает контракт с выпускниками. Пилот изучает теорию и практику на тренажере на земле. Если все проходит наилучшим образом, далее он осуществляет полет с инструктором. При подготовке выпускников должно быть решено противоречие, при котором требования национального перевозчика выше, нежели у регионального.

В настоящий момент среди проблем сфере авиационного образования можно также отметить, что из практики почти полностью исчезли отечественные учебные самолеты. При этом минус западной техники в том, что она не только дорогая, но и существует серьезная проблема отсутствия запасных частей.

В заключение можно сделать ряд выводов. При формировании компетентностной модели выпускника летного училища стоит обратить внимание, что модель должна быть в первую очередь целостная, в которую в свою очередь включены шестнадцать характеристик. Их рационально объединить в четыре группы, которые можно объединить в четыре группы, сформированные по двум основаниям: профессиональные/личностные; концептуальные/операционные: когнитивные, функциональные, мета- и социальные компетенции. Когнитивные компетенции включают в себя: управление самолетом (летную эрудицию); знание английского языка. Функциональные компетенции включают организацию летной работы; руководство полетом; организацию и контроль безопасности полетов. Мета-компетенции состоят из следующих характеристик: дисциплинированность; работоспособность; мобильность; способность к обучению; ответственность; психическое здоровье; трудоспособность; стрессоустойчивость; целеустремленность. Социальные навыки включают в себя командообразование и лидерство; коммуникативные навыки.

Важно, чтобы модели компетенций работодателей и пилотов пересекались, но не были идентичными. По сравнению с работодателями, в представлениях соискателя достоверно доминирует важность трех концептуальных компетенций: знание английского языка, целеустремленность, умение работать [1, с.253].

Заключение

Проведенный анализ и концептуальное понимание организации компетентностной подготовки будущего выпускника летного училища к действиям в нестандартных ситуациях позволили выдвинуть на первый план необходимость введения дополнительного набора дополнительных компетенций в содержание подготовки будущего выпускника. Ориентация на этот набор компетенций создает условия для обеспечения качества авиа образования в соответствии с современными требованиями к будущему специалисту, тем самым существенно изменяя педагогические задачи педагогического процесса.

Особенно важно введение мероприятий, значительно повышающих качество профессионального психологического отбора летного состава. Совершенствование научно-методического и практического обеспечения мероприятий по профессиональному психологическому отбору и профессионально-психологическому сопровождению подготовки летного состава:

- обновление существующего инструментального оборудования, поиск и внедрение новых современных методов, в том числе с использованием технических средств. Необходима организация и внедрение разработки руководства по профессиональному психологическому отбору в летных училищах.

- закупка психофизиологического оборудования, разработка норм и критериев профессиональной пригодности летного состава, получение внешних критериев и внедрение в автоматизированные программы;

- разработка и совершенствование нормативно-правовой базы условий, определяющих научно-методическое и кадровое обеспечение.

Одновременно очень важным является наличие базовой физической подготовки, которая может стать решающим фактором профессиональной пригодности. Таким образом, рациональна оптимизация процесса физической подготовки. При разработке дополнительных методических рекомендаций необходимо учитывать ограниченный временной ресурс по дисциплине «Физическая подготовка» в целом, а также недостаточный уровень общей физической подготовки, курсантов. Отдельно следует обратить внимание на упражнения, направленные на формирование необходимых специальных физических свойств: устойчивости к кислородному голоданию, перегрузкам, вибрационной болезни. Именно развитие последнего составляет основу успешной адаптации курсантов к летной работе.

Список источников

1. Герасимова И.Б., Уразбахтина Л.Р. Когнитивная модель взаимодействия преподавателя и студента в процессе обучения на основе триад / Вестник УГАТУ. 2019 - . № 3. - С. 252-258.

2. Горбунов, А.В. Особенности физической подготовки вертолетчиков в условиях Заполярья / Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. - 2019. - № 9 (175). - С. 49-54.

3. Крикунов К.Н. Проблемы системы подготовки пилотов гражданской авиации / Вестник Южно-Уральского государственного университета, 2018 – №7– С.167-169

4. Лебедева Н. А. Компетентностная модель иноязычного образования будущих пилотов и авиадиспетчеров в свете требований новой нормативно-правовой базы / Педагогика: вопросы теории и практики, 2020 – С.701-707

5. Накрохина П.В. Проблемы подготовки авиационных специалистов / Взаимодействие науки и общества, 2022 – С.235-238

6. Сорокин В.И. Федюк Н.С. Горбунов А.В. Петрова П.С. Развитие и совершенствование специальных качеств как основа адаптации к летному труду курсантов авиационных вузов / Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2022. – № 8 (210) – С. 336-340

7. Шафоростова Е. Н., Валова А. А Проектирование компетентностной модели выпускника как средство оценки качества обучения / Открытое образование, 2019 - №3 –С.234-243

8. Авиационная электросвязь: международные стандарты, рекомендуемая практика и правила аэронавигационного обслуживания. Приложение 10 к Конвенции о международной гражданской авиации URL: http://aerohelp.ru/sysfiles/374_33.pdf (дата обращения: 16.10.2022).

Информация об авторе

Иванов В. А. – аспирант Санкт-Петербургский государственной университет гражданской авиации, СПбГУГА, г.Санкт-Петербург; ПАО Авиакомпания "Сибирь", второй пилот ВС А319/320/321, г. Новосибирск.

Information about the author

Ivanov V. A. - postgraduate student, Saint Petersburg State University of Civil Aviation, of St. Petersburg State University of Civil Aviation; PJSC Airline "Siberia", copilot of the A319/320/321 aircraft, Novosibirsk.

Статья поступила в редакцию 20.10.2022, одобрена после рецензирования 12.11.2022, принята к публикации 21.11.2022.

The article was submitted 20.10.2022, approved after reviewing 12.11.2022, accepted for publication 21.11.2022.

ГОРОДСКОЙ ТРАНСПОРТ

Научная статья

УДК 332.1 + 338.49, 656

DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-7

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОД КРАСНОДАР, ТЕКУЩИЕ ПРОБЛЕМЫ И СПОСОБЫ РЕШЕНИЯ

Пагин Вячеслав Вадимович

slavapagin@mail.ru,

Оганесян Тигран Левонович

ORCID 0000-0002-6919-286X, oganesyant@mail.ru

(ФГБОУ ВО Кубанский государственный технологически университет,
г. Краснодар, Россия)

Аннотация. Система транспортной доступности является одним из важнейших критериев развития экономики. Транспорт играет первостепенную роль как для общества, создавая комфортное и безопасное передвижение, так и для бизнес-сектора, обеспечивая логистические цепочки в доставке груза. Целью статьи является проведение исследования состояния транспортной системы в России, в том числе на уровне муниципального образования город Краснодар. Научная новизна работы состоит в выявлении текущих значимых барьеров развития транспортной системы города Краснодара, а также разработка рекомендаций по их ликвидации.

Ключевые слова: транспорт, логистика, улично-дорожная сеть, загруженность, транспортный затор, статистика, анализ, динамика производства, проблемы, рекомендации

Для цитирования: Пагин В.В., Оганесян Т.Л. Анализ состояния транспортной системы муниципального образования город Краснодар, текущие проблемы и способы решения // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2023. № 1. С. 33-42. DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-7.

URBAN TRANSPORT

Scientific article

ANALYSIS OF THE STATE OF THE TRANSPORT SYSTEM OF THE KRASNODAR MUNICIPALITY, CURRENT PROBLEMS AND SOLUTIONS

Vyacheslav V. Pagin

slavapagin@mail.ru,

Tigran L. Oganessian

ORCID 0000-0002-6919-286X, oganesyant@mail.ru

Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia

Abstract. The system of transport accessibility is one of the most important criteria for the development of the economy. Transport plays a primary role both for society, providing comfortable and safe movement, and for the business sector, providing logistics chains in cargo delivery. The purpose of the article is to conduct a study of the state of the transport system in Russia, including at the level of the municipal formation of the city of Krasnodar. The scientific novelty of the work consists in identifying the current significant barriers to the development of the transport system of the city of Krasnodar, as well as developing recommendations for their elimination.

Keywords: transport, logistics, road network, congestion, traffic congestion, statistics, analysis, production dynamics, problems, recommendations

For citation: Pagin V.V., Oganessian T.L. Analysis of the state of the transport system of the Krasnodar municipality, current problems and solutions // Transport: science, equipment, management. Scientific information collection. 2023. № 1. P. 33-42. DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-7.

Введение

Современная Россия располагает мощной транспортной системой, в которую входят железнодорожный, морской, речной, автомобильный, воздушный и другие виды транспорта. Каждый из этих видов представляет собой совокупность средств и путей сообще-

ния, обеспечивающих нормальную и эффективную работу всех отраслей хозяйственной деятельности коммерческих предприятий.

Помимо путей сообщения, транспорт располагает средствами, используемыми для перемещения грузов и передвижения граждан, это – автомобили, локомоти-

вы, вагоны, суда и другой подвижной состав. К техническим устройствам и сооружениям транспорта относят станции, депо, мастерские, ремонтные заводы, предприятия технического обслуживания и т.п.

В настоящее время в России продолжается интенсивно формироваться рынок транспортных и транспортно-экспедиционных услуг. Технические характеристики эксплуатируемых транспортных средств и систем постоянно совершенствуются с целью приведения в соответствие современному уровню Западных стран [1].

Однако, избыток транспортных средств и концентрация их в границах небольшой территории создают негативный эффект, отражающийся на экономике и качестве жизни местного населения. В качестве примера рассмотрим конкретный город России, который имеет высокую транспортную нагрузку.

С целью выявления возможностей экономического развития транспортного комплекса, необходимо рассмотреть объем производства основных видов транспортных средств, число совершаемых перевозок пассажиропотока и грузов в масштабе целой страны.

Рассмотрим показатели перевозок пассажиров и грузов в России за 2020-2021 годы согласно данным Министерства транспорта Российской Федерации.

Таблица 1

Перевозки пассажиров по видам транспорта в России, млн чел.

Вид транспорта	2020 г.	2021 г.	Темп роста 2021 г. к 2020 г.
Трамвайный	889,4	992,1	111,6 %
Троллейбусный	759,6	807,9	106,4 %
Метрополитенный	2 189,1	2 680,0	122,4 %
Автобусный	7 403,1	8 135,2	109,9 %
Морской	4,616	4,515	97,8 %
Внутренний водный	7,722	8,611	111,5 %
Воздушный	69,244	111,007	160,3 %
Железнодорожный	875,8	1 059,3	120,9 5 %
Всего	12 198,6	13 798,6	113,1 %

В соответствии с приведенной статистикой, свыше половины всех поездок осуществляются на автобусном транспорте. На данном виде транспорта в 2021 году передвигалось более 8 млрд человек. Еще одним популярным видом транспорта среди жителей крупных городов является метро. За 2021 год метрополитен посетило 2,680 млрд человек.

Наименее востребованным транспортом оказались морской и внутренний водный, которыми в 2021 году воспользовалось 4,515 и 8,611 млрд человек соответственно.

Представленные поездки можно условно разделить на несколько групп, поездки посредством использования автодороги (троллейбусный, автобусный) – 8,943 млрд чел., рельсовый транспорт (трамвайный, метрополитенный, железнодорожный) – 4,731 млрд чел., водный (морской, внутренний водный) – 0,130 млрд чел., и воздушный – 0,111 млрд чел.

Самым популярным среди населения является автомобильный вид транспорта, который также является наиболее развитым в большинстве регионов страны [2].

Если рассматривать показатели с точки зрения динамики, то можно отметить, что общее число пассажиро-оборотавыросло на 1,600 млрд чел. или 13,1 %. В 2021 году по сравнению с 2020 годом быстрее всего темпы перевозок выросли в части передвижения граждан на самолете (темп роста 160,3 %) и метро (темп роста 122,4 %). Спад значения по данным показателям зафиксирован при анализе передвижения морским способом (темп роста 97,8 %).

Одним из важнейших критериев выбора территории для ведения бизнеса является логистика. Частный бизнес уделяет особое внимание системе организации перемещения материальных предметов. Оптимальным считается маршрут, по которому возможно доставить логистический объект в кратчайшие сроки с минимальными затратами.

В Российской Федерации доставка грузов различной продукции осуществляется железнодорожным, автомобильным, морским, внутренним водным, воздушным и трубопроводным способами.

Таблица 2

Перевозки грузов по видам транспорта в России, млн тонн

Вид транспорта	2020 г.	2021 г.	Темп роста 2021 г. к 2020 г.
Железнодорожный	1244,6	1284,1	103,2 %
Автомобильный	5404,7	5490,5	101,6 %
Морской	24,7	23,2	94,1 %
Внутренний водный	109,0	110,3	101,2 %
Воздушный	1,2	1,5	125,7 %
Трубопроводный	1061,4	1141,4	107,5 %
Всего	5539,6	5625,5	101,6 %

Наиболее часто используемым транспортным средством для отправки и доставки грузов является автомобильный транспорт, на котором в 2021 году совершена отправка груза весом 5,491 млрд тонн, что составило 97,6 % от общего значения. Меньше всего отгружено продукции воздушным и морским способами – 1,5 и 23,2 млрд тонн соответственно.

Согласно имеющимся данным, по всем видам транспорта наблюдается положительная динамика осуществления перевозок грузов, за исключением морских транспортных судов, где объем перевозимой продукции сократился с 24,7 млн тонн (2020 г.) до 23,2 млн тонн (2021 г.). В целом, темп роста демонстрирует положительную динамику – 101,6 %.

Для ускорения передвижения пассажиров и роста объемов управляемой продукции важно скоординировать работу по оснащению транспортными средствами соответствующих хозяйствующих субъектов. Поэтому для обеспечения развития экономики страны, важно определить, насколько успешно осуществляется производство транспортных средств [3].

Таблица 3 2019 году по отношению к 2018 году на 1 ед., а в 2020 году по отношению к 2019 году на 13 ед.

Производство основных видов транспортных средств, ед.

Вид транспорта	2010 г.	2015 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Электровозы магистральные	233	214	354	397	341
Тепловозы магистральные, секции	33	167	214	283	233
Вагоны грузовые магистральные (тыс. ед.)	50,5	28,7	68,8	79,7	57,1
Вагоны пассажирские железнодорожные	1234	412	1409	1632	1962
Средства автотранспортные грузовые (тыс. ед.)	156	128	157	156	143
Автобусы, имеющие технически допустимую максимальную массу (тыс. ед.)	-	-	-	14,3	13,6
Автобусы, имеющие технически допустимую максимальную массу (тыс. ед.)	-	-	-	25,2	21,2
Автомобили легковые (тыс. ед.)	1210	1215	1566	1525	1262
Троллейбусы	406	62	181	188	318
Вагоны трамвайные пассажирские самоходные (моторные)	80	26	214	214	189
Вагоны метрополитена самоходные (моторные)	209	185	640	764	690
Суда сухогрузные морские	1	-	-	8	-
Суда сухогрузные речные	8	7	1	1	2
Суда речные пассажирские	44	16	9	17	29
Самолеты гражданские	12	17	28	43	27
Всего	3676,5	2477,7	4841,8	5347,2	5287,9

Учитывая высокий спрос на перевозки материальных грузов и граждан с использованием автомобильного транспорта, логическим результатом является усиленное производство данного вида транспорта. За последний анализируемый период, легкового автотранспорта произведено 1,3 млн. ед., а меньше всего введено в эксплуатацию сухогрузочных речных судов, всего 2 ед.

При этом, анализ данных за 10 лет (с 2010 по 2020 гг.) позволяет выстроить динамику производства транспорта в России. Несмотря на высокий спрос и объем выпущенного автотранспорта, чаще всего (более 3 периодов) сокращалось производство грузового автомобильного транспорта, в 2015 году по отношению к 2010 году число транспортных средств сократилось на 28 ед., в

Существенный спад выпуска транспорта наблюдается на производстве автобусов, имеющих максимальную массу для осуществления пассажирских перевозок. В 2020 году число производимых автобусов сократился на 4 тыс. ед. или 15,9 % по сравнению с прошлым годом. Это связано с запуском серийного производства транспортных средств, заменяющих автобусный вид транспорта по прямому его назначению (троллейбусы и рельсовый подвижной состав). Число производимых троллейбусов за три анализируемых периода неуклонно растет, в 2018 году значение составило 181 ед., в 2019 году – 188 ед., в 2020 году – 318 ед. Аналогичную статистику демонстрирует железнодорожный пассажирский транспорт. Производство железнодорожных пассажирских вагонов в 2018 году составило 1409 ед., в 2019 году – 1632 ед., в 2020 году – 1962 ед.

Положительная динамика производства транспортных средств зафиксирована по другим видам транспорта. Например, выпуск магистральных тепловозов и гражданских самолетов ежегодно с 2010 года увеличивается (за исключением 2020 г.). Так, за 10 лет число тепловозов увеличилось с 33 ед. до 233 ед. (темп роста 606 %), а самолетов с 12 до 27 ед. (темп роста 125 %).

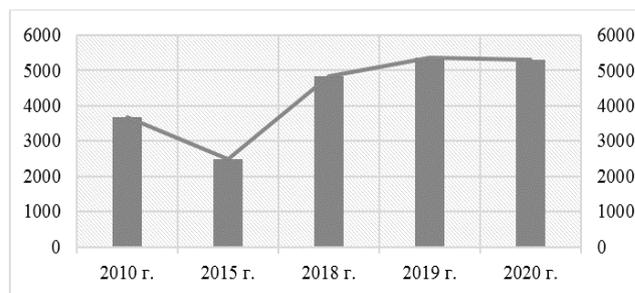


Рис. 1. Динамика производства основных видов транспорта в РФ

Таким образом, общее число произведенных транспортных средств циклично, если в 2018 и 2019 годах значение увеличивалось, то в 2015 и 2020 годы оно снижалось. В целом, проведенный анализ показывает, что потребность в перевозках граждан и грузов в последнее время возрастает, а производство и выпуск транспортных средств снижается. Данное обстоятельство может негативным образом оказать воздействие на развитие экономики страны в ближайшие годы, поскольку практически все виды экономической деятельности так или иначе связаны с использованием транспорта.

Одним из самых загруженных городов России является городской округ Краснодар. Территория города является центром транспортного комплекса Краснодарского края, представляющим собой транспортные узлы, обслуживающие транзитные грузопотоки и пассажиропотоки города. Одной из важнейших составных частей транспортной инфраструктуры муниципального образования город Краснодар является пассажирский транспорт общего пользования, который включает в себя автобусы, троллейбусы и трамваи с общей протяженностью маршрутной сети более 4 тыс. км.

Важнейшей составляющей частью транспортной системы являются транспортные развязки. Уровень их развития не только формирует внешний облик города,

но и непосредственно влияет на качество и комфорт в передвижении, что, в свою очередь, оказывает влияние на условия функционирования предпринимательства, интеграцию автомобильной сети города в систему федеральных дорог, уровень жизни населения и экономическое развитие города в целом [4].

Муниципальные маршруты Краснодара поделены на 2 группы: маршруты пассажирских перевозок с посадкой и высадкой в установленных пунктах (обычные автобусные маршруты) и маршруты, по которым осуществляется перевозка пассажиров с посадкой и высадкой в любом месте, не запрещённом правилами дорожного движения.

Для оценки уровня развития транспортной инфраструктуры города Краснодара, необходимо проанализировать динамику числа муниципальных автобусных, троллейбусных и трамвайных маршрутов, их протяжённость, а также наличие транспортных средств, используемых для осуществления пассажирских перевозок в границах муниципалитета [5].

Таблица 4

Количество единиц пассажирского транспорта муниципального образования город Краснодар

Тип подвижного состава	2019 год	2020 год	2021 год
Автобусы (муниципальные), ед.	164	144	142
Трамваи, ед.	294	326	324
Троллейбусы, ед.	194	187	187
Всего, ед.	652	657	653

Краснодар стал одним из первых российских городов, который ознакомился с новинкой Минского автомобильного завода – низкопольным автобусом МАЗ-303. В краевом центре автобус был задействован на обслуживании маршрута «№ 2Е». По окончании успешного тестирования и испытаний нового вида автобусов городской администрацией было принято решение о приобретении в 2021 году 12 ед. новых автобусов, параллельно списав устаревшие, и, в некоторых случаях, не подлежащих восстановлению муниципальных автобусов. Вместе с тем, общее число автобусов в городе Краснодаре с 2019 по 2021 годы снизилось с 164 ед. до 142 ед. (-22 ед.).

Обновление трамвайного парка Краснодара, начатое в 2019 году за счёт средств краевого бюджета, продолжается до сих пор. В 2019 году на трамвайных линиях города функционировало 294 ед. трамваев, в 2020 году дополнительно было запущено еще 32 ед., таким образом, число городских трамваев увеличилось до 326 ед. Поступление большого числа новых вагонов позволило начать массовое списание старого подвижного состава. В 2021 году с баланса трамвайных депо были сняты 35 вагонов, снизив при этом, общее количество трамваев на 2 ед.

Завершение работ по сборке новых троллейбусов «Алькор» приостановили выполнение капитального ремонта старых троллейбусов подвижного состава МУП «КТТУ». В 2020 году по отношению к 2019 году число пассажирских троллейбусов Краснодара увеличилось на 7 ед. (с 194 до 187 ед.), в 2021 году их количество осталось неизменным [6].



Рис. 2 Доля видов общественного транспорта муниципального образования город Краснодар в 2021 году

Тем не менее, общее число единиц пассажирского транспорта муниципального образования город Краснодар существенного не изменилось. По-прежнему преобладающую долю общественного транспорта занимает трамвай – 49 %, автобусы и троллейбусы имеют примерно равновозначное значение – 22 % и 29 % соответственно.

Большое количество списаний городского пассажирского транспорта компенсировалось вводом в эксплуатацию отремонтированного транспорта и закупкой нового. Так, в 2021 году общее число муниципального транспорта города Краснодара уменьшилось на 4 ед. по отношению к 2020 году и составило 653 ед. (темп роста 100,15 %).

К городской транспортной инфраструктуре относятся также муниципальные маршруты и их протяжённость.

Таблица 5

Количество муниципальных маршрутов и протяжённость троллейбусно-трамвайных линий

Количество и протяжённость муниципальных маршрутов	2019 год	2020 год	2021 год
Количество муниципальных автобусных маршрутов	88 (57 городских, 31 пригородный)	89 (57 городских, 32 пригородный)	90 (57 городских, 33 пригородный)
Количество троллейбусных маршрутов	12	12	12
Количество трамвайных маршрутов	16	16	16
Протяжённость троллейбусных линий	175,4 км	177,2 км	177,2 км
Протяжённость трамвайных линий	123,6 км	123,6 км	123,6 км

Согласно представленным данным можно заметить, что в период с 2019 по 2021 годы количество и протяжённость муниципальных маршрутов практически не менялось: увеличивалось число пригородных автобусных маршрутов с 2019 года (31 пригородный маршрут) по 2021 год (33 пригородных маршрутов) – по 1 маршруту каждый год соответственно.

В настоящее время на территории города Краснодара перевозка пассажиров осуществляется по 12 троллейбусным и 16 трамвайным маршрутам.

В Краснодаре активно велась и продолжает вестись работа по ремонту дорожного полотна общего пользования, за счет чего, в 2020 году протяжённость троллейбусных линий увеличилась с 175,4 км (2019 г.) до 177,2 км (2020 г.). Несмотря на то, что протяжённость трамвайных линий за три года не менялось, в 2021 году усиленно осуществлялась работа главного транспортного проекта года – строительство новой трамвайной линии по улице Московской на участке от улицы Солнечной до улицы Петра Метальникова. В 2022 году строительные работы успешно завершены [7].

В ближайших планах городской администрации строительство как минимум двух трамвайных линий – в

Восточно-Кругликовский микрорайон и микрорайон Гидростроителей. Первый из упомянутых проектов в конце 2021 года был вынесен на общественные обсуждения. На более дальнюю перспективу относят проектирование и строительство трамвайных линий по продолжению улицы 40-летия Победы (вместе с новым депо) и в район Немецкой Деревни.

Вместе с этим важно обратить внимание, что реализация задач по развитию городской транспортной инфраструктуры органами муниципальной власти выполняется не в полном объеме, о чем свидетельствует информация о фактическом финансировании отраслей городского хозяйства города Краснодара в 2019-2021 годах.

Таблица 6

Фактическое исполнение финансирования отраслей дорожного хозяйства города Краснодара, млн рублей

Наименование показателя	2019 г. (план)	2019 г. (факт)	2020 г. (план)	2020 г. (факт)	2021 г. (план)	2021 г. (факт)
строительство, реконструкция, капитальный ремонт и содержание автомобильных дорог (средства местного бюджета)	0,375	0,312	3,199	3,166	3,016	2,178
приобретение подвижного состава городского пассажирского транспорта	1,198	1,179	1,075	1,066	1,271	1,221
проектирование и строительство трамвайной линии по ул. Московской, от ул. Солнечной до ул. им. Петра Метальникова в городе Краснодаре	0,006	0,006	0,054	0,054	0,750	0,749
ремонт и содержание внутриквартальных дорог	0,014	0,014	0,014	0,013	0,091	0,054
внедрение и содержание средств регулирования дорожного движения, дорожная разметка	0,021	0,016	0,008	0,006	0,034	0,030

Согласно отчету об исполнении финансовых обязательств муниципального образования город Краснодар, наряду с оценкой состояния транспортной инфраструктуры города, можно составить общий итог эффективности выполнения мероприятий в данной отрасли.

По большинству показателей наблюдается неосвоенные денежных средств. На строительство, реконструкцию, ремонт и содержание автомобильных дорог, как одного из важнейших мероприятий по борьбе с транспортными заторами, в 2019 году выделено 0,375 млн рублей средств местного бюджета, из которых освоено 83,2 %. В 2020 году на это же мероприятие выделено 3,199 млн рублей, освоено – 98,9 %, в 2021 году выделено – 3,016 млн рублей, освоено лишь 72,2 %. Остаток нераспределенных средств свидетельствует о неэффективном планировании и выполнении мероприятий.

В части реализации иных задач ситуация обстоит лучше. За три года на приобретение пассажирского подвижного состава из средств местного бюджета выделено 3,544 млн рублей, освоено 3,466 млн рублей (97,8 %). На строительство трамвайной линии по ул. Московской предусмотрено 0,81 млн рублей, освоено – 0,809 млн рублей (99,9 %). В целях внедрения средств регулирования движения из бюджета было выделено 0,063 млн рублей, по итогам 2021 года освоение составило 0,052 млн рублей или 83 % [8].

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, что в муниципальном образовании город Краснодар планомерно осуществляется переоснащение и обновление транспортного парка новыми транспортными сред-

ствами общего пользования, однако, стоит отметить, что количество пополняемых ТС не соответствует ритму их списания, что приводит к общему сокращению. Кроме того, сопутствующие мероприятия по развитию транспортной инфраструктуры выполняются не в полной мере, о чем свидетельствует неосвоенные средства, выделяемые из муниципального бюджета города Краснодара.

Основные барьеры, препятствующие эффективному развитию транспортного комплекса города Краснодара

Основной и самой главной проблемой города Краснодара является загруженность автодорог и длительность транспортных заторов. Краснодар занимает первое место среди городов России по количеству автомобилей на душу населения. На 1000 жителей города приходится 437 зарегистрированных автомобилей. Также, в город ежедневно въезжают около 150 тысяч автомобилей из пригородных районов.

Согласно данным компании INRIX автомобильные заторы чаще всего встречаются в 1064 городах 38 стран мира. В ходе проведения исследований был составлен рейтинг, согласно которому город Краснодар занял 7 место в Европе и 21 место в мире по показателям загруженности автодорог. Среди городов России Краснодар оказался на четвертой строчке. Водители краевой столицы поводят в пробках около 60 часов в год [9].

Ситуация усугубляется тем, что город Краснодар является местом постоянной работы большинства жителей пригородных районов. Около полумиллиона чело-

век, проживающих в пригороде Краснодара, периодически или систематически посещают столицу Кубани.

В качестве примера рассмотрим плотность движения на участке дорог из станицы Новотитаровская в город Краснодар. Через территорию станицы в город въезжает подавляющая часть жителей пригородных станиц и районов. В основном движение осуществляется по двум направлениям: по Ейскому шоссе или по Ростовскому шоссе через станицу Динская.

В утреннее время суток путь из Новотитаровской в Краснодар через Ейское шоссе составляет около 30 км (время в движения около 1,30 час.), при выборе направления по Ростовскому шоссе протяженность пути увеличивается до 43 км (время в движения около 1,20 час.).

При этом, существует и третий (объездной) путь, соединяющий город и станицу, который проложен через хутор Копанской. Протяженность этого пути составляет 44 км, время продолжительности – 0,57 час. Однако, в связи с учащенным движением по данной дороге-большегрузов, за последние 8 лет дорожное полотно пришло в негодность.

Если ранее углубление в дорожном покрытии позволяло передвигаться автотранспортом на небольшой скорости, то в текущий момент, износ дороги не позволяет осуществлять нормальное передвижение.

Решение данной проблемы и нормализация движения на данном участке дороги позволит снизить плотность движения не только жителей пригородной станицы, но и транзитного транспорта, который движется со стороны Новотитаровской в сторону городов черноморского побережья Краснодарского края и Республики Крым. Такой путь развития дорожно-транспортной инфраструктуры существенно облегчит дорожный трафик внутри краевого центра.

Еще одной проблемой пробок Краснодара является постоянная загруженность некоторых улиц города. Согласно данным сервиса Яндекс.Карты в городе Краснодаре в час пик пробки достигают 8 баллов. Наиболее загруженными улицами являются: Красная, Уральская, Ставропольская, Северная, Дзержинского, Московская, Солнечная, 40-лет Победы, Рашпилевская, Селезнева, Гаврилова, Зиповская, Офицерская, Тургенева, Колхозная, Коммунаров, Российская, а также Западный обход, Ейское и Ростовское шоссе, Яблоновский и Тургеневский мосты.

Проблему безопасности усиливают так называемые конфликтные точки и очаги аварийности, расположенные на перекрестках, в зонах пешеходных переходов, на крутых поворотах и других местах, имеющих недостатки в техническом содержании и дорожном обустройстве.

Данная задача усложняется тем, что расширение или строительство дополнительных дорог в указанных участках транспортной сети не представляется возможным. В данном случае необходимо проработать вопрос совершенствования схемы дорожного движения в наиболее загруженных участках дорог, в том числе за счет внедрения автоматизированных систем регулирования дорожного движения.

К следующей проблеме, которая усугубляет существующие загруженности улично-дорожной сети города является недостаточное число трамваев.

Поставки последних лет позволили обновить около 30 % трамвайного парка Краснодара. При этом более 50 % вагонов краевого центра работает за пределами всех возможных эксплуатационных сроков (более 20 лет). Часть подвижного состава прошла модернизацию, однако, это не отменяет того, что высокопольные вагоны устарели и не отвечают современным требованиям к комфорту и безопасности перевозок.

Существует несколько причин, по которым жители Краснодара не пересаживаются на общественный транспорт. Низкая популярность автобусов связана с тем, что данный вид транспорта, как и личный, находится в пробках на дорогах. Трамвай не востребован по причине того, что в некоторых районах города время его ожидания высоко, что создает массовое скопление пассажиров на остановках.

Согласно приведенной статистике, в прошлом году трамвайно-троллейбусный парк пополнен новыми трамваями, но их число не превысило количество списанных, в связи с чем, в 2021 году по сравнению с 2020 годом их число уменьшилось с 326 до 324 единиц, что только ухудшило состояние транспортного коллапса.

Недостаточный уровень развития дорожной сети города приводит к значительным экономическим потерям, что является одним из наиболее существенных ограничений темпов роста социально-экономического развития города. Решение проблем позволит значительно облегчить транспортную нагрузку города Краснодара, что будет способствовать развитию современной и эффективной транспортной инфраструктуры, ускорению товародвижения, улучшению условий движения и снижению уровня аварийности в целом.

Предложения по решению проблем развития транспортной системы города Краснодара

Согласно проведенному исследованию дорожной ситуации города Краснодара, миграции населения, наличия и качества подъездных путей и уровня развитости транспортной инфраструктуры, определены основные проблемы, которые необходимо решить в первоочередном порядке.

Важнейшей задачей является разрешение ситуации увеличения дорожных заторов, которые скапливаются ежедневно на трассах, связующих пригородные районы с городом. Наиболее загруженными являются Ростовское и Ейское шоссе между станицей Новотитаровской и городом Краснодаром.

В утреннее и вечернее время суток передвижение по указанным маршрутам составляет около полутора часов при расстоянии 30 км (по Ейскому шоссе) и 43 км (по Ростовскому шоссе). При этом, существует третий вариант направления, который проложен через хутор Копанской. Его дальность составляет 44 км, а длительность пути около 1 часа.

Основным препятствием использования данного маршрута связано с наличием колоссального ущерба, нанесенного дорожному полотну тяжелым крупногабаритным автотранспортом, принадлежащем или используемым различными компаниями, дислоцирующимися в городе[10].

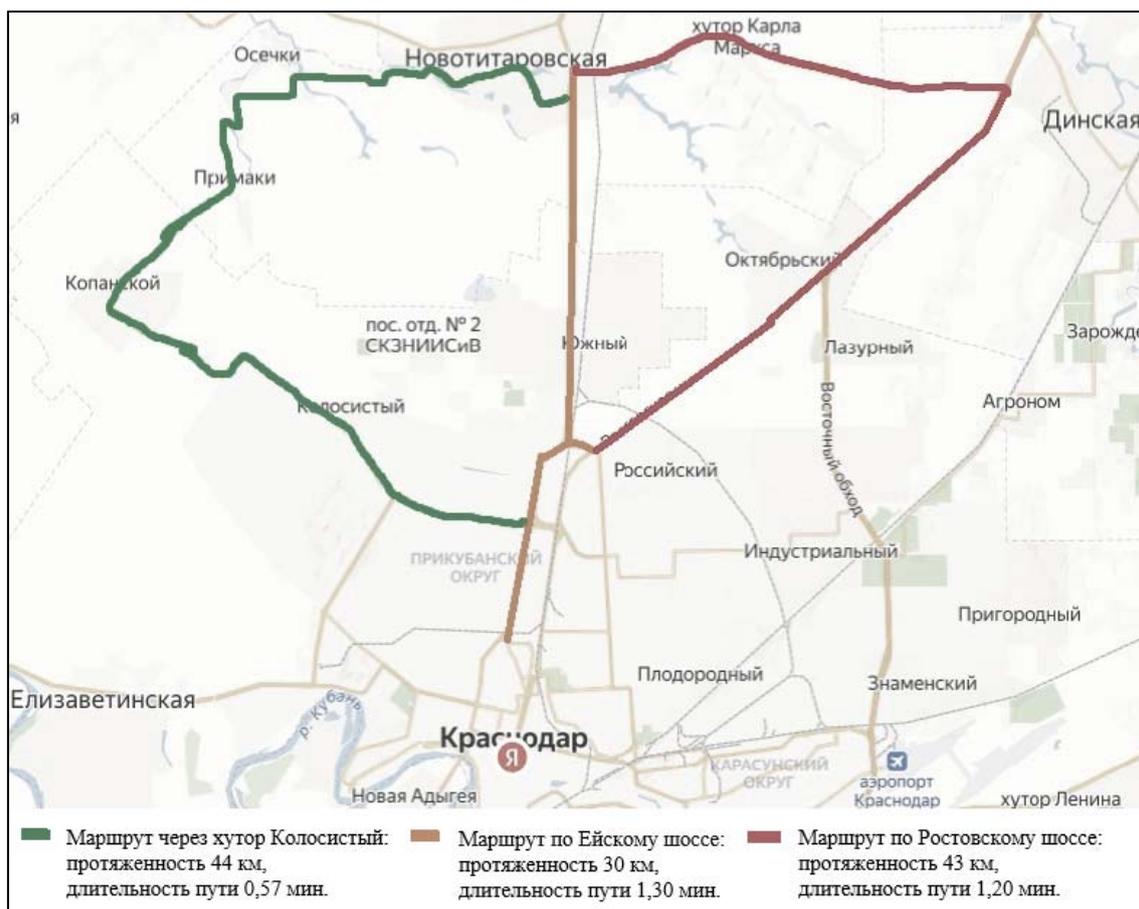


Рис. 3. Схема маршрутов автомобильных дорог, связывающих станцию Новотитаровскую и город Краснодар

В целях разгрузки въездных/выездных дорожных путей (Ейского и Ростовского шоссе) необходимо рассмотреть возможность введения дополнительных плат за передвижение для компаний, по чьей инициативе осуществляется передвижение большегрузов по рассматриваемому участку дороги. Необходимо рассчитать стоимость причиненного ущерба дорожному полотну и в процентном соотношении распределить сумму затрат на компании, которые владеют или привлекают через сторонние организации доставку тяжелых грузов на территорию города Краснодара.

Расчет стоимости мероприятия по ремонту дорожного полотна маршрута ст. Новотитаровская – г. Краснодар:

- средняя стоимость строительства 1 км автодороги – 30 млн руб.;
- протяженность дороги, нуждающейся в ремонте – 9,6 км;
- примерная сумма ремонтных работ дорожного полотна – 288 млн руб.;
- источник финансирования – внебюджетные средства (денежные средства соответствующих организаций).

Согласно данным Росавтодора средняя расчетная стоимость строительства в России одного километра автодороги составляет 20 млн рублей. Стоимость дороги в Краснодаре значительно выше, например, сумма ремонтных работ 1 км улицы Фадеева, которые осуществлялись в сентябре 2022 года, составило более 40 млн рублей. Отсюда следует, что примерная стоимость ас-

фальтирования обьездной дороги (9,6 км), от границ города до границ станции, составит около 288 млн рублей [11].

Во избежание затрат бюджетных средств, необходимо внедрить механизм распределения финансовых обязательств по содержанию дорог, что позволит сохранить средства муниципальных бюджетов и повысить социальную ответственность строительных и иных компаний, по чьей вине нанесен ущерб дорожному полотну обьездной дороги [12].

Реализация данного мероприятия имеет положительный эффект как для экономики (сохранение бюджетных средств при развитии дорожного хозяйства), так и для общества, благодаря нормализации движения между станцией и городом, разгрузки плотности движения примыкающих дорог, а также повышения качества и безопасности передвижения граждан и водителей.

Пробки города Краснодара все чаще приобретают характер постоянства, особенно в центральной части города по улице Красная. Согласно мониторингу, проведенному 4 октября 2022 года (вторник) в 18,30 час., затор на улице Красная начинается от улицы Длинная и длится до конца – улицы Офицерская. Время преодоления указанного участка пути, протяженностью 3 км, составляет около 40 мин. При открытом движении со средней скоростью 65-70 км/час указанный участок можно проехать примерно за 3-5 мин.

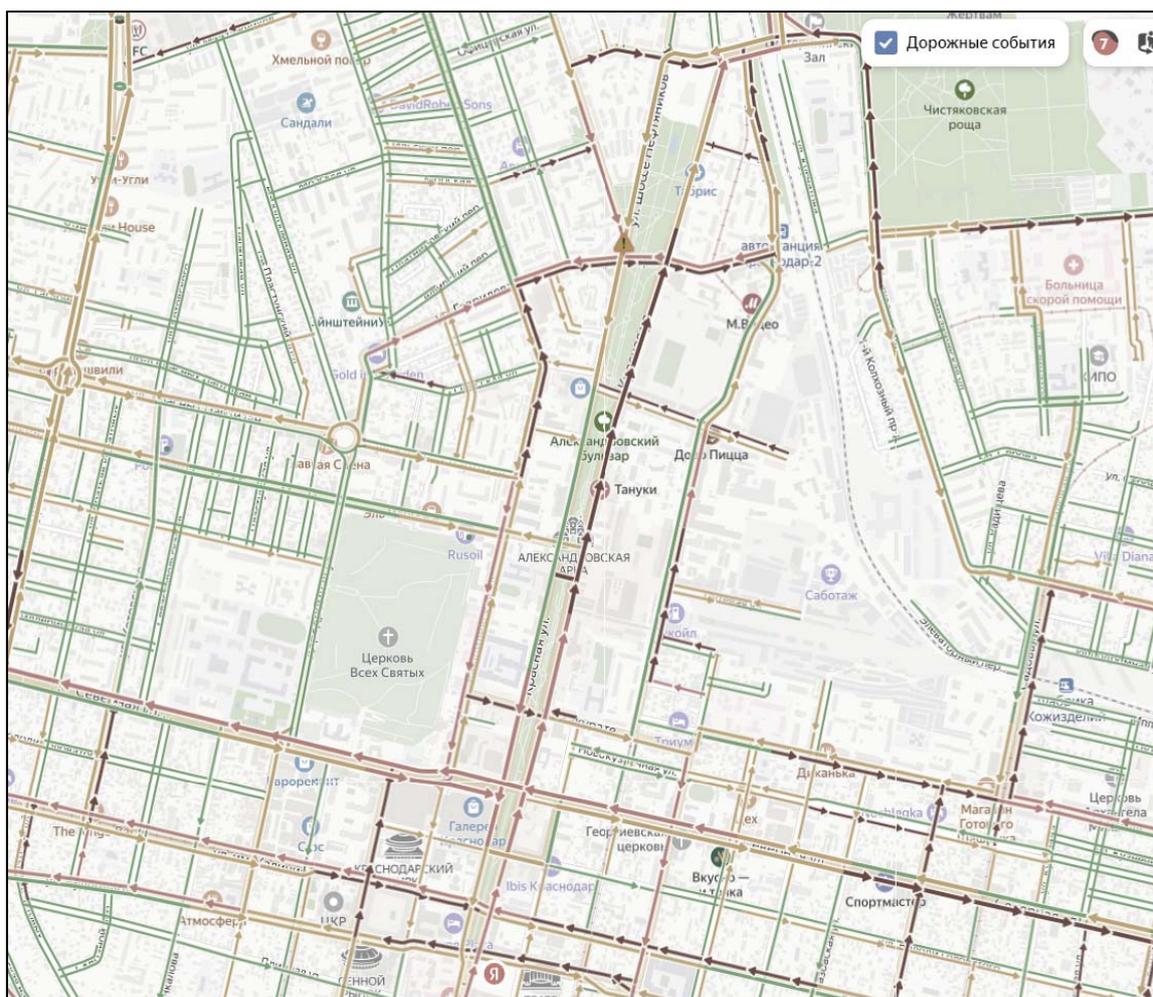


Рис. 4. Загруженность улицы Красная города Краснодара (по состоянию на 18.30 час. 04.10.2022)

Для решения сложившейся проблемы необходимо обратиться к опыту борьбы с пробками в городе Москве. Учитывая ограниченность территории для расширения дороги, единственным эффективным способом регулирования движения является координация движения посредством установки специального автоматизированного оборудования т.н. «Умный светофор», которых в столице насчитывается свыше 200 шт.

Такая система предназначена для повышения пропускной способности перекрестков с помощью динамического управления сигналами светофора. Она состоит из контроллеров, камер и удаленных датчиков движения, которые в режиме реального времени оценивают загруженность перекрестков и передают эту информацию на центральный сервер управления.

Данную систему необходимо установить на наиболее сложных участках дороги главной улицы города.

Расчет стоимости мероприятия по внедрению системы «Умный светофор» на улице Красная города Краснодара:

- объект закупки – автоматизированная система управления дорожным движением «Умный светофор» (АСУДД);
- средняя стоимость 1 единицы АСУДД – 1,5 млн руб.;
- количество установки АСУДД – 5 шт.;
- итоговая стоимость закупки АСУДД – 7,5 млн руб.;

- источник финансирования – средства муниципального бюджета.

Стоимость 1 единицы АСУДД «Умный светофор» варьируется от 0,9 до 2,7 млн рублей в зависимости от ширины наличия функционала. Внедрение такой системы должно увеличить время работы разрешающего сигнала светофора и равномерно распределить транспортный поток по примыкающим и смежным дорогам, что ускорит проходимость автомобилей через улицу Красная и сократит время нахождения в пробке с 40 мин. до примерно 15 мин.

Установка адаптивных светофоров с датчиками позволит ликвидировать ситуацию, когда на улице Красная горят запрещающие сигналы светофора, а на полупустых примыкающих к ней улицах – зелёный. Неавтоматизированная смена сигнала светофора создает непреднамеренные заторы, что приводит к пробкам в длинной несколько километров [13].

Эффект от реализации мероприятия заключается в том, что разгрузка главной улицы города позволит увеличить поток автомобилей, на которых курсирует общественный транспорт, что будет являться еще одной причиной смены личного транспорта городским. Кроме того, это повысит проходимость потребителей коммерческих организаций, увеличив доход последних, которые, в свою очередь, пополняют муниципальный бюджет за счет налоговых отчислений.

Немаловажным остается проблема отсутствия заинтересованности граждан в передвижении по городу на трамвае. Рост автомобильного парка в городе приводят к повышению нагрузки на улично-дорожную сеть, преждевременному износу автомобильных дорог и искусственных сооружений на них, повышению аварийности.

Для соответствия транспортной инфраструктуры муниципального образования росту потребностей населения, необходимо своевременное решение задач по увеличению рельсовых транспортных средств. Имеющиеся трамвайные вагоны устарели и не отвечают современным требованиям к безопасности и комфорту перевозок.

В соответствии с приведенными данными, в 2021 году общее число трамваев уменьшилось по сравнению с прошлым годом (с 326 до 324 единиц). Для разрешения текущей ситуации, одной из рекомендаций является привлечение внебюджетных средств с целью увеличения парка рельсового подвижного состава.

Расчет стоимости мероприятия по закупке рельсового подвижного состава:

- объект закупки – Рельсовый трамвай модельного ряда «Усть-Катав»;
- стоимость 1 ед. трамвая – 15 млн руб.;
- количество – 10 ед.;
- итоговая стоимость – 150 млн руб.;
- источник финансирования – средства бюджета и внебюджетные средства.

Учитывая высокую стоимость трамваев (средняя стоимость по России – 20 млн руб.) необходимо проработать вопрос привлечения внебюджетных источников для финансирования предлагаемых мероприятий. Например, для производителей, которые готовы осуществить поставку трамваев со скидкой, необходимо предоставить муниципальное имущество в аренду для бесплатного использования на срок окупаемости проекта [14].

Согласно данным базы аренды недвижимости компании «Move.ru», в центральном округе города Краснодара стоимость аренды составляет около 70 тыс. рублей в месяц за земельный участок 100 кв/м и от 15 тыс. рублей за 1 кв/м коммерческого помещения.

Если производитель рельсового транспорта готов отгрузить трамваи со скидкой, то взамен он получит имущество в аренду на срок, пока не вернет размер предоставленной скидки с процентной надбавкой. Например, при скидке в 50%, 1 ед. трамвая обойдется городу в 7,5 млн рублей. На указанную сумму с учетом процентной надбавки производитель приобретает право арендатора городского имущества [15].

Таким образом, планирование развития транспортного комплекса на территории города Краснодара является достаточно сложным и многогранным процессом, основывающимся на анализе состояния улично-дорожной сети города, выявлении проблем и разработки рекомендаций по их решению. Реализация мероприятий по выполнению ремонтных работ дорожного покрытия, внедрению автоматизированной системы управления дорожным движением, а также увеличению количества рельсового подвижного состава, нацелено на совершенствование транспортной инфраструктуры муниципального образования, что является приоритетной основой социально-экономической развития города Краснодара.

Список источников

1. Тимофеев А.И. Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России // Труды международной Научно-практической конференции: Секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. 87 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41443873> (дата обращения: 23.09.2022).
2. Официальный сайт Министерства транспорта Российской Федерации // Статистика URL: <https://mintrans.gov.ru/> (дата обращения: 23.09.2022).
3. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 24.09.2022).
4. Официальный сайт Департамента транспорта и дорожного хозяйства администрации муниципального образования город Краснодар // Годовая бюджетная отчетность департамента. URL: <https://krd.ru/administratsiya/administratsii-krasnodara/upravlenie-transporta/godovaya-otchyotnost-departamenta-transporta-i-dorozhnogo-kh/> (дата обращения: 26.09.2022).
5. Официальный сайт МУП «Краснодарское трамвайно-троллейбусное управление». URL: <https://www.kttu.ru/> (дата обращения: 26.09.2022).
6. Официальный сайт Управления Федеральной службы государственной статистики по Краснодарскому краю и Республике Адыгея // Транспорт. URL: https://krsdstat.gks.ru/transport_kk (дата обращения: 26.09.2022).
7. Доклад главы муниципального образования город Краснодар о достигнутых значениях показателей для оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления муниципального образования город Краснодар за 2021 год и их планируемых значениях на 3-х летний период и показатели оценки деятельности органов местного самоуправления муниципального образования город Краснодар // Администрация муниципального образования город Краснодар. URL: <https://krd.ru/administratsiya/administratsii-krasnodara/departament-ekonomicheskogo-razvitiya-investitsiy-i-vneshnik/ekonomika/otsenka-effektivnosti-deyatelnosti/doklad-glavy-munitsipalnogo-obrazovaniya-gorod-krasnodar-2021/> (дата обращения: 26.09.2022).
8. Информация о фактическом финансировании отраслей городского хозяйства города Краснодара на 01.01.2022 год. URL: <https://krd.ru/administratsiya/administratsii-krasnodara/departament-finansov/byudzheta/byudzheta-2021/ispolnenie-byudzheta-2021/fakticheskoe-finansirovanie-otrasley-gorodskogo-khozyaystva/informatsiya-o-fakticheskom-finansirovanii/> (дата обращения: 27.09.2022).
9. Официальный сайт международной статистической компании INRIX. URL: <https://inrix.com/> (дата обращения: 28.09.2022).
10. Сервис Яндекс.Карты. URL: <https://yandex.ru/maps/35/krasnodar/?ll=38.975313%2C45.035470&z=13> (дата обращения: 28.09.2022).
11. Официальный сайт Федерального дорожного агентства (Росавтодор) // Доклад о стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, ремонта и содержания 1 км автомобильных дорог общего пользования Российской Федерации (2020 год). URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/7/11570> (дата обращения: 28.09.2022).

12. Распоряжение главы муниципального образования город Краснодар от 09.04.2007 № 923-р «О Регламенте администрации муниципального образования город Краснодар». URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 29.09.2022).

13. Официальный сайт Группы компаний Арекс. URL: <https://www.svetofor-rus.ru/> (дата обращения: 29.09.2022).

14. Официальный сайт Акционерного общества «Усть-Катавский вагоностроительный завод». URL: <https://www.ukvz.ru/> (дата обращения: 29.09.2022).

15. Интернет портал аренды недвижимости «Move.ru». URL: <https://move.ru/> (дата обращения: 29.09.2022).

References

1. Timofeev A.I. Actual problems and prospects of development of transport, industry and economy of Russia // Proceedings of the international Scientific and practical conference: Section "Theoretical and practical issues of transport". 2019. 87 p. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41443873> (accessed: 09/23/2022).

2. Official website of the Ministry of Transport of the Russian Federation // URL statistics: <https://mintrans.gov.ru/> (accessed: 09/23/2022).

3. Official website of the Federal State Statistics Service URL: <https://rosstat.gov.ru/> (date of reference: 09/24/2022).

4. Official website of the Department of Transport and Road Management of the Administration of the municipality of Krasnodar // Annual budget reporting of the Department. URL: <https://krd.ru/administratsiya/administratsii-krasnodar/upravlenie-transporta/godovaya-otchyotnost-departamenta-transporta-i-dorozhnogo-kh/> (accessed 26.09.2022).

5. The official website of the Municipal Unitary Enterprise "Krasnodar tram and Trolleybus Management". URL: <https://www.kttu.ru/> (accessed: 09/26/2022).

6. Official website of the Office of the Federal State Statistics Service for the Krasnodar Territory and the Republic of Adygea // Transport. URL: https://krsdstat.gks.ru/transport_kk (date of appeal: 09/26/2022).

7. Report of the head of the Krasnodar municipality on the achieved values of indicators for evaluating the effectiveness of the activities of local self-government bodies of the Krasnodar municipality for 2021 and their planned values for a 3-year period and indicators for evaluating the activities of local self-government bodies of the Krasnodar municipality // Administration of the Krasnodar municipality. URL: <https://krd.ru/administratsiya/administratsii-krasnodar/departament-ekonomicheskogo-razvitiya-investitsiy-i-vneshnik/ekonomika/otsenka-effektivnost-deyatelnosti/doklad-glavy-municipal-nogo-obrazovaniya-gorod-krasnodar-2021/> (accessed 26.09.2022).

8. Information on the actual financing of the branches of the municipal economy of the city of Krasnodar on 01.01.2022. URL: <https://krd.ru/administratsiya/administratsii-krasnodar/departament-finansov/byudzhet/byudzhet-2021/isp-olnenie-byudzhet-2021/fakticheskoe-finansirovanie-otrasley-gorodskogo-khozyaystva/informatsiya-o-fakticheskom-finansirovanii/> (accessed: 27.09.2022).

9. Official website of the international statistical company INRIX. URL: <https://inrix.com/> (accessed: 09/28/2022).

10. Yandex.Maps service. URL: <https://yandex.ru/maps/35/krasnodar/?ll=38.975313%2C45.035470&z=13> (accessed: 09/28/2022).

11. The official website of the Federal Road Agency (Rosavtodor) // Report on the cost of construction, reconstruction, overhaul, repair and maintenance of 1 km of public roads of the Russian Federation (2020). URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/7/11570> (date of appeal: 09/28/2022).

12. Order of the head of the municipality of the city of Krasnodar dated 04/09/2007 No. 923-р "On the Regulations of the administration of the municipality of the city of Krasnodar". URL: <http://www.consultant.ru/> (accessed 29.09.2022).

13. The official website of the Arax Group of Companies. URL: <https://www.svetofor-rus.ru/> (date of address: 09/29/2022).

14. Official website of the Joint-Stock Company "Ust-Katavsky Car Building Plant". URL: <https://www.ukvz.ru/> (accessed: 09/29/2022).

15. Online real estate rental portal "Move.ru". URL: <https://move.ru/> (accessed 29.09.2022).

Сведения об авторах

Пагин В. В., магистрант, студент кафедры отраслевого и проектного менеджмента ФГБОУ ВО Кубанский государственный технологический университет.

Тел: +7-988-360-3-666

г. Краснодар, ул. Нестерова, д. 88.

Оганесян Т. Л., кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры отраслевого и проектного менеджмента ФГБОУ ВО Кубанский государственный технологический университет.

Тел: +79615825594

г. Краснодар, ул. Тюляева, д. 10, кв. 8.

Information about the author

Pagin V.V., master's student, student of the Department of industry and project management, Kuban state technological university.

Tel: +7-988-360-3-666

Nesterova str., 88, Krasnodar, Russia

Oganessian T.L., Ph (Econ.), associate professor, associate professor of the Department of industry and project management, Kuban state technological university.

Tel: +79615825594

Tyulyaeva str., 10, sq. 8, Krasnodar, Russia

Статья поступила в редакцию 06.10.2022, одобрена после рецензирования 24.10.2022, принята к публикации 10.11.2022.

The article was submitted 06.10.2022, approved after reviewing 24.10.2022, accepted for publication 10.11.2022.

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

ГОРОДСКОЙ ТРАНСПОРТ

Научная статья

УДК 656.015

DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-8

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ГОРОДСКИХ ПАРКОВОК

Мякишев Валерий Сергеевич, Гладилин Владимир Александрович

(Ставропольский филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы
при президенте РФ)
myakishev1981@inbox.ru, gladilin@ro.ru

Шаталов Анатолий Иванович

(Северо-Кавказский федеральный университет, инженерный институт)
shatalovanatoliy@gmail.com

Аннотация. Рассматривается автоматизированный роторный паркинг и его экономическая составляющая, показывающая целесообразность его использования в условиях города. Приведен пример размещения паркинга, определены возможности его установки и эксплуатации и примерный срок окупаемости на основе среднестатистических данных.

Ключевые слова: парковочное место, роторный паркинг, стоянка, автотранспортное средство, экономическая целесообразность, территория

Для цитирования: Мякишев В.С., Гладилин В.А., Шаталов А.И. Экономическая составляющая автоматизации городских парковок // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2023. № 1. С. 43-46. DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-8.

URBAN TRANSPORT

Scientific article

THE ECONOMIC COMPONENT OF THE AUTOMATION OF URBAN PARKING

Valery S. Myakishev, Vladimir A. Gladilin

(Stavropol Branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration)
myakishev1981@inbox.ru, gladilin@ro.ru

Anatoliy I. Shatalov

(North Caucasus Federal University)
shatalovanatoliy@gmail.com

Abstract. Discusses automated rotary parking and its economic component, showing the feasibility of its use in urban conditions. An example of parking placement is given, the possibilities of its installation and operation and the approximate payback period are determined based on average statistical data.

Keywords: parking space, rotary parking, parking lot, vehicle, economic feasibility, territory

Forcitation: Myakishev V.S., Gladilin V.A., Shatalov A.I. The economic component of the automation of urban parking // Transport: science, equipment, management. Scientific information collection. 2023. № 1. P. 43-46. DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-8.

Введение

Урбанизация имеет место расширяться. Уровень автомобилизации тоже не стоит на месте. Особенно это актуально для средних и крупных городов. Естественно, это влечет за собой проблемы, связанные с организацией парковочных мест как на внутридомовой территории, так и вблизи предприятий, организаций, учреждений, включая торговые и бизнес-центры.

Проводится исследование на примере города Ставрополя, который по численности населения относится к категории средних городов. Парковки представлены

различными видами: подземными и наземными, охраняемые и не охраняемые, огороженные и не огороженные, крытые и открытые [1].

Описание проблемы

Организованная парковка имеет владельца - частное лицо либо организация, которая осуществляет постоянный контроль за функционированием парковки. Кроме этого необходимо использовать технические средства: ворота, шлагбаумы с автоматическими системами, управляемыми пультами дистанционного управления [5,6].

Чаще всего шлагбаумы на придомовых территориях многоквартирных домов устанавливаются жильцами. Это неправомерно, так как препятствует проезду служб быстрого реагирования: скорой помощи, пожарной, машин МЧС. Это возможно только с согласия управляющей компании или ТСЖ при условии, что на въезде будет дежурить сотрудник, который сможет при необходимости открыть ворота (шлагбаум).

Очень часто жильцы многоквартирных домов организуют стихийную парковку, выделяя определенный участок и огораживая его, например, цепью. Это тоже является незаконным, и сотрудники управляющей компании вправе убрать такую конструкцию [5,6].

Очевидно, что парковочных мест всем не хватает ни во дворах, ни возле организаций. Для решения данной проблемы существуют круглосуточные платные автостоянки. Они бывают ночные, дневные и круглосуточные. Конечно стоянки платные и охраняемые. Контроль на них осуществляется с помощью человека-оператора. Располагают такие стоянки в основном на прилегающих территориях (леса, роши, газоны) в пешей доступности к жилым домам, рынкам, торговым и бизнес-центрам. Стоимость аренды автомобиле-места на сутки стоит в среднем 200 руб. Если транспортное средство хранить на платной автостоянке круглогодично, то стоимость составит порядка 70000 руб. Многие, наверное, задумаются о покупке гаража или машино-места, но в современных реалиях это стоит гораздо дороже и не каждый житель может купить [6].

В настоящее время набирает обороты строительство подземных парковочных мест, но из-за высокой себестоимости, а, соответственно, и высокой рыночной стоимости, их трудно реализовать. Если отбросить высокую стоимость, то подземные паркинги имеют множество плюсов: транспортное средство индивидуально-го использования находится под крышей, что его полностью изолирует от воздействия внешней среды и увеличивает срок службы. Как правило, подземные паркинги находятся под охраной [2,7].

Наряду с плюсами, существуют и минусы: высокая себестоимость, которая влечет за собой высокую продажную стоимость (меньше, чем за 1 млн. рублей в Ставрополе место в подземном паркинге не купить!), а следующий минус – возможность строительства подземного паркинга ограничена особенностями рельефа и наличием грунтовых вод.

Из-за высокого роста автомобилизации в Ставрополе, как и в большинстве городов, производят расширение дорог. [3] При этом, при их реконструкции предусматривают парковочные карманы, за использование которых пока плата не взимается, но их все равно не достаточно. Свободное парковочное место найти трудно. Так, например, на модернизированных участках улиц Ленина, Доваторцев, проспекте Карла Маркса сделали парковочные карманы за счет газонов и тротуаров, при этом сократив пешеходную зону, нанеся вред экологическому состоянию города, а мест для паркинга все равно недостаточно.

Администрация города Ставрополя постоянно экспериментирует с решением вопроса парковок: все парковочные места в центре города сделали платными, чтобы люди чаще пользовались общественным транспортом и оставляли автомобили дома. Тем не менее, на платных парковках в течение дня свободных мест нет.

В данном случае существует доход муниципалитету: поступают средства в казну и окупаются постепенно расходы, которые повлекло переоборудование парковок в центре под платные. Следующий эксперимент муниципалитета – организация парковки на центральной площади города. Ее получили посредством установки ограждений, получив таким образом 173 парковочных места. Коренным образом это проблему не решило, а вот загрязнение зоны значительным образом увеличилось. Поэтому впоследствии от планируемых решений отказались.

Подобные эксперименты планировалось провести на других крупных площадях города, но борьба за чистоту сыграла решающую роль и данный вопрос больше не поднимался.

Из выше сказанного следует, что проблема парковок в крупных и средних городах никуда не делась, решение ищут, но пока безрезультатно. В ходе анализа решений подобных проблем в развитых странах было выявлено, что они используют роторные парковки. Актуальность таких парковок обуславливается компактностью: само парковочное устройство занимает два места, а вмещает в себя до 16 легковых автомобилей. Учитывая то, что основной состав транспортного потока составляют легковые автомобили, данное устройство могло бы решить рассматриваемую проблему.

Рассмотри кратко данный тип паркинга. Автоматизированный роторный паркинг быстро возводится специалистами. Металлическая конструкция парковки высотой до 14 метров вмещает до 16 легковых автомобилей. Масса роторного паркинга составляет порядка 18 т [8,9,10].

Функционирование: легковое транспортное средство заезжает на специальную металлическую площадку, которая дальше перемещается по вертикально-циркуляционному типу без привлечения водителей уже ранее припаркованных автомобилей. Данную процедуру осуществляет водитель паркуемого транспортного средства. В таблице 1 представлены параметры автомобилей, возможных к размещению в роторном паркинге.

Таблица 1

Характеристики автомобилей, возможных к размещению в автоматизированном роторном паркинге

Характеристики	Габаритные размеры и максимальный вес
Максимально-допустимый вес	2150 кг
Максимально-допустимая высота	1600 мм
Максимально-допустимая ширина	2100 мм
Максимально-допустимая длина	5200 мм

Из таблицы 1 видно, что большинство среднестатистических легковых автомобилей удовлетворяют заявленным параметрам автоматизированного роторного паркинга.

В таблице 2 отразим аналитические данные по легковым автотранспортным средствам, допустимых для парковки в автоматизированном роторном паркинге. Рассмотрим наиболее распространенные марки и модели.

Таблица 2

Данные по легковым автотранспортным средствам, рекомендуемым для размещения в автоматизированном роторном паркинге

Марки легковых автотранспортных средств	Модели легковых автотранспортных средств
Audi	A2, A3, A4, A6
BMW	1-series, 3-series, 3-series touring, 5-series
Cadillac	CTS
Chevrolet	Lacetti, Evanda, Aveo, Lanos
Chrysler	PT Cruiser, Sebring
Citroen	C1, C2, C3, C4
Daewoo	Matiz, Nexia, Espero
Dodge	Viper, Neon, Stratus
Fiat	Panda, Punto, Croma, Uno
Ford	Focus, Ka, Fiesta, Mondeo, Fusion
Honda	Civic, Accord, C2000
Hyundai	Getz, Accent, Elantra, Sonata, Coupe, Matrix, Solaris, i40, i30
Infiniti	G35
Jaguar	X-Type, S-Type, XJ
Kia	Rio, Cerato, Magentis, Opirus
Lexus	IS 250, GS 300/430, LS 430, SC 430, ES 300/330
Lincoln	LS
Mazda	2, 3, 6, MX-5
Mercedes	C, E, CLK, CL
Mitsubishi	Colt, Lancer, Galant
Nissan	Micra, Almera, Primera, Maxima, Tiida
Opel	Corsa, Astra, Vectra, Omega
Peugeot	107, 206, 307, 308, 407
Renault	Megane, Laguna, Logan, Scenic, Sandero
Saab	9-3, 9-5
Seat	Toledo
Skoda	Fabia, Octavia, Superb
Subaru	Justi, Impreza, Legacy, Forester
Toyota	Corolla, Prius, Avensis, Camry
Volvo	S40, V50, S60, V70, XC40, XC60, XC70
Volkswagen	Golf, Jetta, Passat, Polo sedan
Ваз	2101-2115, Lada Kalina, Lada Priora, Lada Granta, Lada Largus, Lada Vesta

Рассмотрим принцип работы исследуемого устройства. Механизм состоит из верхних и нижних пар звездочек, которые приводятся в действие посредством цепной передачи. Таким образом, обеспечивается движение несущих металлических площадок, предназначенных для расположения легкового транспортного средства на время парковки. Работает данный роторный паркинг по принципу карусели – металлические площадки перемещаются до тех пор, пока свободная площадка не опустится вниз для загрузки автомобиля. И, соответственно, для выгрузки транспортного средства необходима подобная процедура до момента, пока требуемая площадка не достигнет нижнего уровня. Ско-

рость перемещения металлических площадок достигает 1 об/мин.

В таблице 3 представлены технические характеристики среднестатистического роторного паркинга.

Металлическая площадка роторного паркинга выполнена из листов высокопрочной стали, размер которых составляет 2130x4760 мм.

Металлоконструкция роторного паркинга сварена из труб из высокопрочной стали: 200x200x6x4,5.

Все сварные швы проверяются ультразвуком.

Таблица 3

Технические характеристики автоматизированного роторного паркинга

Механизмы роторного паркинга	Технические характеристики
Двигатель	Электрический, мощность 7,5 кВт
Редуктор	Червячный редуктор, 1/140,62
Приводная цепь	Включает: звенья 457 мм, Д110xВ54, ролики
Трасса	Рельс квадратного типа, 32x32
Тормозной механизм	Тормозной диск, колодки

Вся металлическая конструкция с целью проверки ее надежности подвергается антикоррозионной обработке: сначала наносится грунт на основе эпоксидной смолы, а потом покрывается в два слоя быстросохнущей эмалью.

Безопасность роторного паркинга обеспечивают:

- датчик на въезде на металлическую площадку;
- датчики на открытии и закрытии ворот;
- наличие зеркал в «мертвых» зонах;
- устройство для удержания колес;
- устройство аварийной остановки;
- датчики веса на площадке;
- механизм защиты от падения транспортного средства.

В движение роторный паркинг приводится от электричества. Необходимо подводить 3 фазы. Управление осуществляет человек – контролер. Модуль управления паркингом функционирует в условиях температур -30° $+50^{\circ}$ С, что подходит для климата города Ставрополя.

Как и любая металлическая конструкция, роторный паркинг нуждается в периодическом техническом обслуживании и ремонте.

На территории Российской Федерации производством и обслуживанием роторных паркингов занимается только одна компания – ООО «Трест-Паркинг», которая расположена в городе Екатеринбурге. Заявленный срок службы данного устройства от производителя составляет 25 лет.

Производитель разрабатывает программное обеспечение и осуществляет настройку парковочно-охранного комплекса. Гарантийный период составляет 12 месяцев с момента ввода объекта в эксплуатацию.

Модель паркинга настроен таким образом, что его функционирование осуществляется 24 часа в сутки.

Среди мировых производителей роторных паркингов наибольшей популярностью пользуются изделия Южно-Корейского производителя DongYang. На территории России есть несколько официальных дилеров этой компании. Они занимаются поставками, установкой и обслуживанием систем. Единственная проблема, при

заказе запасных частей отдельно поставка занимает много времени, поэтому отечественный производитель в этом случае будет предпочтительнее.

Цена за аренду машино-места в роторном паркинге будет меняться в зависимости от времени суток: с 20.00 до 8.00 стоимость будет порядка 200 рублей, остальное время почасовая – 50 руб/час.

При размещении роторных паркингов в местах наибольшего скопления людей: около торговых, бизнес-центров, рынков, больниц – стоимость за 1 час можно повысить, при этом сделать акцию «1 час бесплатно» при парковке более 1 часа. Данный метод активно используется в г. Ставрополе и население активно пользуется платными парковками.

Основным недостатком всего роторного паркинга является стоимость: 5 млн. – цена установки на 12 автомобилей и примерно столько же, чтобы доставить, установить, настроить.

С учетом этого, при идеальных условиях окупаемость парковочно-охранного комплекса, рассчитанная по формуле

$$PP = \frac{IC}{CF} \quad (1)$$

где PP – срок окупаемости;

IC – сумма инвестиций в проект;

CF – планируемая ежегодная прибыль;

составит не менее 10 лет, а это достаточно длительный срок. Видимо, это является одной из основных причин, покупки и установки муниципалитетами и частными инвесторами данных объектов. Подобные устройства могли существенно решить проблему паркинга в центре городских агломераций.

Заключение

Обобщая данный материал, можно сделать вывод, что использование роторного паркинга возможно не только в г. Ставрополе, но и в прочих средних и крупных городах, необходимо только предварительно рассчитать их экономическую целесообразность. А проблема паркинга сейчас актуально практически для всех городов.

Список источников

1. Строительные нормы и правила стоянок автомобилей: СНиП 21-02-99. М:Госстрой России.
2. Апинян, С.А., Мякишев, В.С. Экономическое обоснование размещения предприятий автосервиса в малых городах // Материалы международной научно-практической конференции «Модернизационный потенциал российской экономики и общества» - Ставрополь: «РИО ИДНК», - 2011. – С. 348...351. (364 с.)
3. Мякишев В.С., Шмыгалева П.В., Величенко Е.А. Управление развитием муниципальной транспортной инфраструктуры // Экономика и предпринимательство. 2014. № 12-2 (53). С. 495-499.
4. Бышов Н.В. Расчёт и подбор оборудования для объектов материально-технической базы : учебное пособие / Н.В. Бышов, Б.А. Нефёдов, В.В. Замешаев [и др.]. – Рязань : Изд-во Рязанской ГСХА, 2005. – 89 с.
5. Власов Ю.А., Тищенко Н.Т. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования. Учебное пособие. - Томск: Изд-во Томск, 2004 - 277 с.

6. Волгин В.В. Автосервис: Маркетинг и анализ: Практическое пособие. Издательство: М.:Издательско-торговая корпорация "Дашков и К°". 2006. – 712 с.

7. Оптимизация дислокации предприятий автосервиса в городе: статья / Г.И. Шаталов, А.И. Шаталов. Материалы IV-й ежегодной научно-практической конференции Северо-Кавказского федерального университета. – Ставрополь: СКФУ. 2016. С. 351-356.

8. <http://www.parkplus.ru>

9. <http://masterparking.ru>

10. <http://www.superparking.ru>

Сведения об авторах

Мякишев В. С. - доцент кафедры государственного, муниципального управления и менеджмента, Ставропольский филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при президенте РФ 355000, г. Ставрополь, ул. Лермонтова, 189
Тел. 8-918-794-75-84

Гладилин В. А. - доцент кафедры государственного, муниципального управления и менеджмента, Ставропольский филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при президенте РФ 355000, г. Ставрополь, ул. Лермонтова, 189
Тел. 8-961-456-4354

Шаталов А. И. - доцент кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей», инженерный институт, Северо-Кавказский федеральный университет
Тел. 8-962-451-96-64

Information about the authors

Myakishev V. S. - Associate professor of the department of state, municipal administration and management, Stavropol branch of the Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation 355000, Stavropol, Lermontov str., 189
Tel. 8-918-794-75-84

Gladilin V. A. – Associate professor of the department of state, municipal administration and management, Stavropol branch of the Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation 355000, Stavropol, Lermontov str., 189
Tel. 8-961-456-4354

Shatalov A. I. - Associate Professor of the Department "Technical Operation of Cars", Engineering Institute, North Caucasus Federal University
Tel. 8-962-451-96-64

Статья поступила в редакцию 17.10.2022, одобрена после рецензирования 28.10.2022, принята к публикации 17.11.2022.

The article was submitted 17.10.2022, approved after reviewing 28.10.2022, accepted for publication 17.11.2022.

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

ГОРОДСКОЙ ТРАНСПОРТ

Научная статья

УДК: 656.4

DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-9

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДВУХЭТАЖНЫХ ПОЕЗДОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ПАССАЖИРОВ В ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЯХ

Левченко Кирилл Иванович, Курбатова Анна Владимировна
(Государственный университет управления, Москва, Россия)
kir.levcha@yandex.ru, kurbatova-guu@yandex.ru

Аннотация. Рассматривается опыт использования двухэтажных поездов для перевозки пассажиров в крупных городах и городских агломерациях.

Ключевые слова: общественный транспорт, железные дороги, пассажирские перевозки, пригородно-городские перевозки, двухэтажный электропоезд

Для цитирования: Левченко К.И., Курбатова А.В. Международный опыт использования двухэтажных поездов для перевозки пассажиров в городских агломерациях. // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2023. № 1. С. 47-51. DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-9.

URBAN TRANSPORT

Scientific article

INTERNATIONAL EXPERIENCE OF USING DOUBLE-DECK TRAINS FOR TRANSPORTING PASSENGERS IN URBAN AREAS

Kirill I. Levchenko, Anna V. Kurbatova
(State University of Management, Moscow, Russia)
kir.levcha@yandex.ru, kurbatova-guu@yandex.ru

Abstract. The article considers the experience of using double-decker trains for the carriage of passengers in large.

Keywords: public transport, railways, passenger transportation, city and suburban rail transportation, double-deck train

For citation: Levchenko K.I., Kurbatova A.V. International experience of using double-deck trains for transporting passengers in urban areas. // Transport: science, equipment, management. Scientific information collection. 2023. № 1. P. 47-51. DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-9.

Введение

Современный мегаполис постоянно пребывает в движении, а количество людей, проживающих в городских агломерациях, ежегодно растет. Подавляющее большинство горожан ежедневно использует какой-либо транспорт, при этом запросы пассажиров в комфорте и доступности этого транспорта тоже не стоят на месте.

В последние годы зарубежные специалисты в области транспорта неоднократно возвращались к вопросу о значении железных дорог в обслуживании городов и пригородных зон. В период после второй мировой войны развитие железнодорожных перевозок сдерживалось конкуренцией автомобильного транспорта. В странах Евросоюза в настоящее время автомобилями индивидуального пользования перевозится пассажиров больше, чем общественным транспортом.

Несмотря на непрерывный рост конкуренции со стороны других видов транспорта, особенно автомобильного, многие специалисты считают, что железные дороги по-

прежнему будут иметь большое значение в пригородных и внутригородских пассажирских перевозках [1,2].

Показатели качества транспортного обслуживания в городах продолжают снижаться. Основным фактором по-прежнему остаётся недостаток свободных территорий для развития транспорта в городах. За последние 50 лет загрузка центральных районов крупных городов автомобильным транспортом увеличилась примерно в 300 раз, в то время как городские территории для расширения транспортных сетей выросли совсем незначительно. «Зеленые» тенденции развития крупных городов подталкивают к единственному верному решению – развитию общественного железнодорожного транспорта, который в разы более экологичен, чем личные автомобили. Кроме этого, железнодорожный городской транспорт обладает колоссальным преимуществом по вместительности, провозной способности, скорости и регулярности отправления поездов по установленному графику. Использование общественного железнодорожного транспорта в городах поможет эффективно решить проблему перемещения населения.

Исследования показывают, что двухпутный электрифицированный железнодорожный диаметр заменяет автостраду с 5-7 полосами. Благодаря имеющемуся преимуществу, городской железнодорожный транспорт освобождает город от массы вредных для здоровья людей выхлопного газа, шума и вибраций. Кроме этого, он имеет более высокую провозную способность. Широкое использование железнодорожных диаметров возможно наблюдать во многих крупных городах западно-европейских стран (Гамбурге, Вене, Брюсселе и других). Полностью оправдал себя, построенный в 1882 г. в Берлине западно-восточный диаметр, спустя полтора столетия он и сегодня работает с высокой загрузкой.

Помимо разработки новых отечественных концепций организации транспорта в крупных городах, следует обращать самое пристальное внимание на зарубежный опыт. Одним из способов интенсивного увеличения пропускной способности общественного транспор-

та является использования двухэтажных поездов. Зарубежная же практика знает немало примеров использования двухэтажных составов. Обратимся к ним.

Основная часть

Рассмотрим использование двухэтажных пассажирских составов на конкретных примерах.

Австралия. Сидней

В Сиднее двухэтажные подвижные составы используются на нескольких маршрутах, а именно: Т2 (Внутренний Запад и Леппингтон), Т3 (Бэнкстаунская линия), Т5 (Камберлендская линия), Т7 (Линия «Олимпийский парк»), Т8 (Линия «Аэропорт и Юг») [3].

На рис. 1 можно увидеть общую схему сети железных дорог Сиднея.

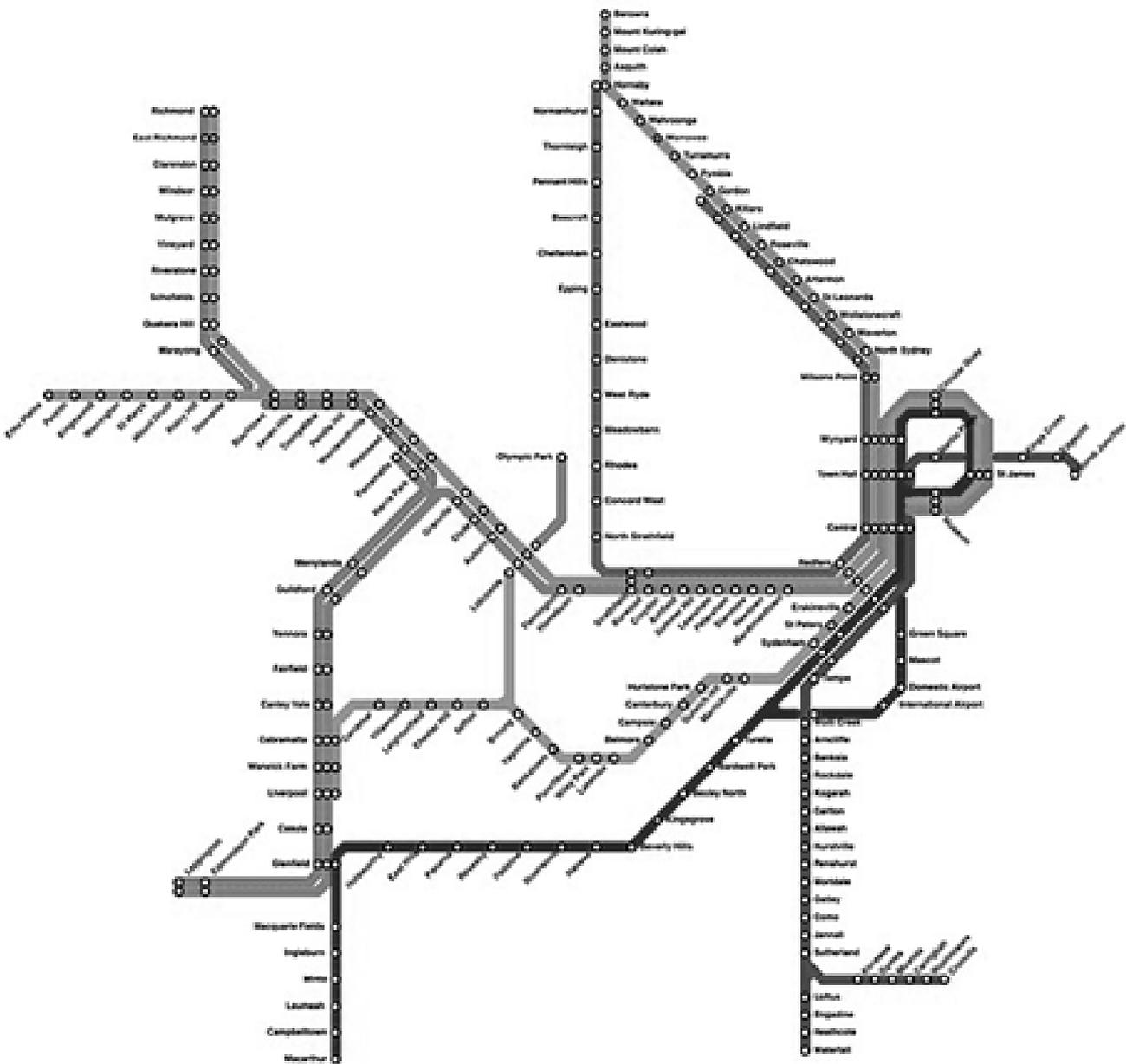


Рис. 1. Сеть железных дорог Сиднея

В таблице 1 отражены основные параметры линий, на которых используется двухэтажный подвижной состав.

Таблица 1

Железные дороги Сиднея, использующие двухъярусные составы

Линия	Протяженность, км	Количество станций, шт.	Среднее расстояние между станциями, км.	Время в пути, мин.	Интервал движения, мин.
T2	46,92	37	1,26	90	15
T3	40,7	33	1,23	-	-
T5	60,7	30	2	-	30
T7	16	2	16	6	10
T8	59,7	32	1,8	-	-

По данным линиям курсируют поезда типа Sydney Trains M («Поезда тысячелетия»). Вместимость головных вагонов - 104 пассажира, промежуточных – 122 (посадочные места).



Рис. 2. «Поезд тысячелетия». Sydney Train M

Исходя из восьмивагонной комплектации состава, вместимость данных поездов составляет 940 пассажиров.

Помимо типа «М», в Сиднее используются поезда типов «А» и «В». Их вместимость – около 900 пассажиров при восьмивагонной составности, включая 16 специализированных мест для инвалидных колясок. Максимальная скорость данных поездов – 130 км/ч, а максимальная разрешенная скорость – 115 км/ч, соответственно.

В Сиднее всего одна линия метро, и основную транспортную работу выполняют пригородные электропоезда (48,92% за 2020-2021 год) и автобусы (41,24% за 2020-2021 год), что не позволяет проводить прямых аналогий, например, с Москвой, но всё же опыт использования двухэтажных поездов в столь крупном мегаполисе, как Сидней, игнорировать нельзя [4].

Германия

На железных дорогах Германии удельный вес пригородных перевозок составляет около 60-70% общего объема пассажирских перевозок.

В Германии двухэтажные поезда курсируют как региональные экспрессы - Regional Express (RE). Поезда проезжают большие расстояния и останавливаются в

крупных населенных пунктах. Двухэтажные вагоны используются на многих маршрутах RE: RE 1 «Аахен – Хамм», RE 2 «Дюссельдорф – Оснабрюк», RE 3 «Дюссельдорф – Хамм», RE 4 «Аахен – Дортмунд», RE 5 «Кобленц – Везель» и на других. В таблице 2 отражены параметры перечисленных линий.

Таблица 2

Железные дороги Германии, использующие двухъярусные поезда

Линия	Протяженность, км	Количество станций, шт.	Среднее расстояние между станциями, км.	Время в пути, мин.	Интервал движения, мин.
RE 1	46,92	37	1,26	90	15
RE 2	40,7	33	1,23	-	-
RE 3	60,7	30	2	-	30
RE 4	16	2	16	6	10
RE 5	59,7	32	1,8	-	-

Подвижной состав, используемый на линиях региональных экспрессов Германии, называется «Siemens Desiro High Capacity» и имеют одноэтажные головные вагоны и двухъярусные промежуточные. При этом моторизированные головные вагоны строятся в Германии, а двухэтажные промежуточные – в Австрии.



Рис. 3. Промежуточный двухэтажный вагон поезда Siemens Desiro

Максимальная скорость данных поездов – 160 км/ч. Вместимость – 400 сидячих мест, и еще 462 пассажира могут ехать стоя, при этом соблюдается норма 4 человека на м².

Поезда состоят из 4 вагонов (2 головных и 2 промежуточных), но конструкционные особенности подвижного состава позволяют использовать в сцепе по системе многих единиц до трех поездов.

Франция

Популярным видом транспорта в Париже и его пригородах является RER (Réseau Express Régional d'Île-de-France), что переводится на русский как «Сеть экспрессов региона Иль-де-Франс». RER – это система городских электропоездов, состоящая из пяти линий: линия А (Диснейленд, Триумфальная арка, Елисейские поля,

Дефанс), линия В (Аэропорт «Шарль де Голль», Нотр-Дам, Стад де Франс), линия С (Версаль, Эйфелева башня, Нотр-Дам), линия D (Стад де Франс, центр Парижа, Северный вокзал, Лионский вокзал), линия Е (Галерея Лафайет, Прэнтам). При этом линии А и В в одном из направлений движения разделяются на две ветки, а линия С считается самой запутанной, насчитывает десять конечных пунктов и имеет два внутренних контура (кольца) [5].

Таблица 3

Железные дороги Парижа, использующие двухъярусные поезда

Линия	Количество станций, шт.	Протяженность, км	Среднее расстояние между станциями, км
A	46	109	2,3
B	47	80	1,7
C	84	187	2,2
D	59	197	3,3
E	22	52	2,4

Сеть региональных экспрессов является симбиозом наземных железнодорожных линий и подземных линий (в границах Парижа). С метрополитеном RER сближают системы оплаты проезда и пересадок, а также популярность внутригородских маршрутов.

Ежегодно системой RER пользуется более 750 миллионов пассажиров, т.е. более 2 миллионов пассажиров ежедневно [6].

Система была запущена в конце 60-х годов прошлого века, а уже к 1990-м годам очевидным фактом стала перегрузка сети региональных экспрессов. В 1989 году на RER был сокращен интервал движения поездов, но эффект от этой меры оказался недостаточным. С 1998 года начали использовать двухэтажные поезда. Изначально они появились на линии RER A и имели вместимость более 2600 пассажиров, что почти на треть больше, чем могли вместить в себя одноуровневые поезда, использовавшиеся на этой линии с момента запуска – 1880 пассажиров.



Рис. 4. Поезд типа MI 2N

Сегодня составы, курсирующие на разных линиях RER, отличаются друг от друга. Используются поезда MI 2N в двух вариациях (MI 2N "Alteo" и MI 2N "Eole"), имеющие схожий внешний вид, но с различиями в технических аспектах и внутренней компоновке, поезд MI 09 (вместимость более 2600 пассажиров), по-

езд Z 20900 (356 сидячих мест при четырехвагонной конфигурации).

В России двухэтажные поезда в системе городского и пригородного сообщения используются крайне ограниченно – на МЦД (московские центральные диаметры) пассажир может воспользоваться Аэроэкспрессом, как простой пригородной электричкой на части маршрута. В 2021 году на МЦК в тестовом режиме курсировал двухэтажный состав [7].

Сравним некоторые показатели RER и МЦД как самого перспективного и подходящего для использования двухэтажных поездов в России формата организации пригородных пассажирских электропоездов.

Таблица 4

Сравнение показателей RER (Париж) и МЦД (Москва)

Показатель	RER	МЦД
Количество линий	5	2 (5 до 2025г.)
Количество станций	257	61 (176 к 2025г.)
Протяженность линий	616,5 км	132 км (372 км к 2025г.)
Интервал движения	12 минут	5-6 минут (в пиковые часы)
Годовой пассажиропоток	750 млн пасс.	130 млн пасс.
График работы	05.30 – 00.30	05.30 – 01.00

Из приведенных в таблице данных видно, что перспектива развития МЦД более, чем реальна. В данный проект власти города и области вкладывают много сил и ресурсов. Данный транспорт востребован, и с каждым годом рост московской агломерации будет лишь повышать спрос на качественную систему железнодорожного транспорта типа «город-пригород».

Несмотря на разницу в численности населения между Парижем и Москвой (2,1 млн человек и 12,6 млн человек, соответственно) [8,9], между столицами России и Франции можно провести аналогии – и там, и там используются и метро, и системы пригородных электропоездов. Оба города – столицы и крупнейшие центры притяжения населения своих стран. А плотность населения в Париже в 4 раза выше, чем в Москве – 20 тысяч чел./км² против 5 тысяч чел./км², соответственно [10,11]. Да и разница в численности населения во многом обусловлена административными особенностями регулирования территорий и деления их на город-пригород.

В то же время, эксплуатация двухэтажных вагонов имеет ряд недостатков, идеализировать ее не стоит. К минусам можно отнести следующее.

1. Увеличение времени, необходимого пассажирам на посадку и высадку.
2. Капитальные вложения в обновление подвижного состава.
3. Как правило, для подъема «на второй этаж» требуется лестница, что может быть неудобно многим пассажирам.
4. Капитальные сооружения (например, старые мосты) могут препятствовать движению высоких составов.

5. Использование дверей в вагон на нижнем уровне усложняет или делает невозможным использование высоких платформ.

6. Увеличение высоты вагона смещает центр тяжести, и, как следствие, увеличивает потенциальный риск опрокидывания.

И всё же, при готовности государства инвестировать в обновление инфраструктуры, разработку и производство или закупку подвижного состава двухъярусного типа, это открывает перспективы интенсивного развития пассажирского железнодорожного транспорта. Опыт описанных стран позволяет сделать выводы о долгосрочной выгоде подобных преобразований.

Заключение

Население планеты ежегодно увеличивается, и уже граничит со значением в 8 миллиардов человек. Постоянный рост крупных городских агломераций способствует увеличению пассажиропотока.

При этом транспортные системы крупных агломераций сталкиваются с новыми вызовами и, что главное, с крайней трудностью или даже невозможностью решать привычные проблемы привычными способами.

Одной из таких задач становится увеличение количества пассажиров, использующих системы электропоездов типа «город-пригород». Теоретически возможно постоянно увеличивать количество вагонов в составах, расширять платформы, увеличивать частоту курсирования поездов, запускать параллельные автобусные маршруты и т.д. Но гораздо более прогрессивным, логичным решением при увеличении пассажиропотока будет полная или частичная замена существующего подвижного состава на двухъярусные аналоги. К тому же, мировая практика использования таких типов поездов насчитывает уже ни один десяток лет.

Применительно к России, данная схема актуальна, пожалуй, только для Москвы и Московской области, в которых сегодня реализуется проект МЦД (Московские центральные диаметры), который предполагает в том числе и обновление подвижного состава.

В нашей стране необходимо разработать проект по строительству отечественных пригородных двухэтажных электропоездов в кратчайшие сроки, особенно в условиях жесточайших санкций, под которыми находится наша страна сегодня, ведь от первого воплощения идеи на бумаге до выпуска серии поездов на рельсы может пройти немало лет.

Список источников

1. Научная мысль в развитии транспорта России: историческая ретроспектива, проблемные вопросы и стратегические ориентиры. Монография/под ред. проф. В.С. Горина и В.А. Персианова. – М.: изд-во «ТрансЛит», 2019.- 496 с.

2. Железнодорожный транспорт России: проблемные вопросы управления, развития и повышения эффективности перевозок. Монография /В.А.Персианов, А.В. Курбатова. – М.: изд-во «ТрансЛит», 2020.- 442 с.

3. Поезда и железная дорога в Австралии - [электронный ресурс]. URL: <https://mishka.travel/blog/index/node/id/1614-poezda-i-jeleznaaya-doroga-v-avstralii/> (дата обращения: 15.09.2022).

4. Sydney Trains - [электронный ресурс]. URL: https://www.tripadvisor.com.au/Attraction_Review-g255060-d8130880-Reviews-Sydney_Trains-Sydney_New_South_Wales.html (дата обращения: 15.09.2022).

5. Линия А сети RER Парижа как модель для проекта Crossrail в Лондоне - Железные дороги мира — 2010, № 1. - 78 с.

6. RATR: public transport in Paris - [электронный ресурс]. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.258a2dd0-632853b9-a835d03b-74722d776562/ <https://www.ratp.fr/en> (дата обращения: 15.09.2022).

7. На МЦК в тестовом режиме пустили двухэтажный поезд - [электронный ресурс]. URL: <https://www.mos.ru/mayor/themes/2299/7592050/> (дата обращения: 15.09.2022).

8. Население Парижа 2022 - [электронный ресурс]. URL: <https://ru.aznations.com/population/fr/cities/paris> (дата обращения: 15.09.2022).

Управление Федеральной службы государственной статистики по г. Москве и Московской области. Население. - [электронный ресурс]. URL: <https://mosstat.gks.ru/folder/64634> (дата обращения: 15.09.2022).

10. Плотность населения по департаментам Франции на 2021 год - [электронный ресурс]. URL: <https://xn--80apggvco.xn--p1ai/%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%82%D1%8B?id=289> (дата обращения: 15.09.2022).

11. Москва в цифрах. Краткий статистический сборник. – Москва, Мосстат – 2021, 4 с.

Сведения об авторах

Левченко К. И. - аспирант, Государственный университет управления.

109542, Россия, г. Москва, Рязанский проспект, 99.
Тел. +7 (977) 376-59-19.

Курбатова А. В. – доктор экон. наук, профессор, Государственный университет управления.

109542, Россия, г. Москва, Рязанский проспект, 99.
Тел. +7 (905) 593-50-41.

Information about the authors

Levchenko K. I. - graduate student, State University of Management.

109542, Moscow, Russia, Ryazanskiy prospect 99.
Tel. +7 (977) 376-59-19.

Kurbatova A. V. - Doctor (Econ.), professor, State University of Management.

109542, Moscow, Russia, Ryazanskiy prospect 99.
Tel. +7 (905) 593-50-41.

Статья поступила в редакцию 22.09.2022, одобрена после рецензирования 25.10.2022, принята к публикации 11.11.2022.

The article was submitted 22.09.2022, approved after reviewing 25.10.2022, accepted for publication 11.11.2022.

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

ДРУГИЕ ВИДЫ ТРАНСПОРТА

Научная статья

УДК. 621.752.3

DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-10

ЗАВИСИМОСТЬ ДИНАМИЧЕСКОЙ ЖЕСТКОСТИ МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКОГО ДЕМПФЕРА ОТ ЧИСЛА ДРОССЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ, СОЕДИНЯЮЩИХ РАБОЧИЕ КАМЕРЫ¹

**Гордеев Борис Александрович, Охулков Сергей Николаевич,
Ермолаев Артем Игоревич**

(Институт проблем машиностроения Российской академии наук)

Титов Дмитрий Юрьевич

(Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева)

Плехов Александр Сергеевич

(Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского)

Аннотация. Рассмотрены вопросы управления динамической жесткостью и повышению демпфирования магнитореологической гидроопоры (МР-гидроопора). Подобные задачи возникают при разработке систем виброзащиты электромеханических комплексов. Такие комплексы находят применение в судостроении, железнодорожном транспорте авиационной промышленности.

Показано, что для снижения динамической жесткости и повышения демпфирования МР-гидроопоры необходимо понизить коэффициент гидравлического сопротивления дроссельной перегородки потока рабочей магнитореологической жидкости (МРЖ), что возможно лишь достичь только за счёт увеличения числа дроссельных каналов в дроссельной перегородке. В связи с этим в статье рассмотрен переход от двухканальных МР-гидроопор с внутренними возбуждающими электромагнитами (ВЭ) к многоканальным МР-гидроопорам с внешними ВЭ магнитореологического трансформатора (МРТ), выполненного по симметричной кольцевой схеме.

Рассмотрено актуальное техническое решение по снижению гидравлического сопротивления дроссельной перегородки потока рабочей МРЖ, улучшению демпфирования колебаний и эксплуатационных свойств МР-гидроопор, связанное с их заменой на магнитореологический демпфер (МР-демпер) с ферромагнитным штоком, совершающим возвратно-поступательное вертикальное движение в малом дроссельном коаксиальном цилиндрическом зазоре.

Ключевые слова: МР-гидроопоры, МР-демпер, инерционный трансформатор (ИТ), магнитореологический трансформатор, гидравлическое сопротивление дроссельной перегородки, эластичная упругая обечайка

Для цитирования: Гордеев Б.А., Охулков С.Н., Ермолаев А.И., Титов Д.Ю., Плехов А.С. Зависимость динамической жесткости магнитореологического демпфера от числа дроссельных каналов, соединяющих рабочие камеры // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2023. № 1. С. 52-62. DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-10.

OTHER MODES OF TRANSPORT

Scientific article

THE DEPENDENCE OF THE DYNAMIC STIFFNESS OF THE MAGNETORHEOLOGICAL DAMPER ON THE NUMBER OF THROTTLE CHANNELS CONNECTING THE WORKING CHAMBERS¹

Gordeev B.A., Ohulkov S.N.

(Institute of mechanical engineering of the Russian Academy of Sciences, IPM RAS)

Ph. D. (Tech), Senior Researcher, Associate Professor (NSTU) **Ermolaev A.I.**

(Institute of mechanical engineering of the Russian Academy of Sciences, IPM RAS)

Ph. D. (Tech), Senior Researcher, Associate Professor (NSTU) **Titov D. Yu.**

(Nizhny Novgorod state technical University. R. E. Alekseev NSTU)

Ph. D. (Tech), Associate Professor (NNSTU) **Plekhov A. S.**

(Nizhny Novgorod State University named after N.I. Lobachevsky)

¹ Работа выполнена в рамках государственного задания ИПФ РАН на проведение фундаментальных научных исследований на 2021-2023 гг. по теме № 0030-2021-0025.

¹ The work was carried out within the Russian state assignment for fundamental scientific research for 2021-2023 (the topic No. 0030-2021-0025).

Annotation. The article is devoted to the consideration of the issues of dynamic stiffness control and increasing the damping of magnetorheological hydraulic supports (MR-hydraulic supports). Similar tasks arise in the development of vibration protection systems of electromechanical complexes. Such complexes are used in shipbuilding, railway transport and the aviation industry. It is shown that in order to reduce the dynamic stiffness and increase the damping of the MR-hydraulic support, it is necessary to lower the coefficient of hydraulic resistance of the throttle baffle to the flow of working magnetorheological fluid (MRF), which can only be achieved by increasing the number of throttle channels in the throttle baffle. In this regard, the article considers the transition from two-channel MR-hydraulic supports with internal exciting electromagnets (RE) to multi-channel MR-hydraulic supports with external RE of a magnetorheological transformer (MRI) made according to a symmetrical ring scheme. The article also discusses an actual technical solution to reduce the hydraulic resistance of the throttle baffle to the flow of the working GRP, improve vibration damping and operational properties of MR-hydraulic supports associated with their replacement with a magnetorheological damper (MR-damper) with a ferromagnetic piston rod performing reciprocating vertical movement in a small coaxial cylindrical throttle gap.

Keywords: MR-hydraulic supports, MR-damper, inertial transformer (IT), magnetorheological transformer, hydraulic resistance of the throttle baffle, elastic elastic shell

For citation: Gordeev B.A., Ohulkov S.N., Ermolaev A.I., Titov D. Yu., Plekhov A. S. The dependence of the dynamic stiffness of the magnetorheological damper on the number of throttle channels connecting the working chambers // Transport: science, equipment, management. Scientific information collection. 2023. № 1. P. 52-62. DOI: 10.36535/0236-1914-2023-01-10.

1. Введение

Для управления МР-гидроопорами с МРТ применяются МРЖ с изменяющимися реологическими характеристиками под действием внешнего магнитного поля [1-3]. В МР-гидроопорах диссипация энергии колебаний виброизолируемого объекта происходит в средах с МРЖ, а теплоотвод обеспечивается металлическим корпусом. Предполагается, что МР-гидроопоры должны настраиваться на оптимальное демпфирование вибросигналов при согласовании их частотных характеристик с возбудителями вибраций за счёт изменения магнитовязкого эффекта МРЖ в управляемых дроссельных

каналах МРТ [1-3]. Причём согласование частотных характеристик МР-гидроопоры достигается за счёт подбора параметров упругой резиновой эластичной обечайки с частотами возбудителей вибраций [4,5].

Ранее в работах [6,7] были проведены исследования на предмет влияния гидравлического квадратичного коэффициента местного сопротивления движению рабочей МРЖ в дроссельных каналах на демпфирование МР-гидроопоры (рис. 1, а). При исследованиях в качестве модели гидроопоры взяты гидроопоры с ИТ и МРТ с двумя дроссельными каналами в дроссельной перегородке (рис. 1, б, в) [2,6,7].

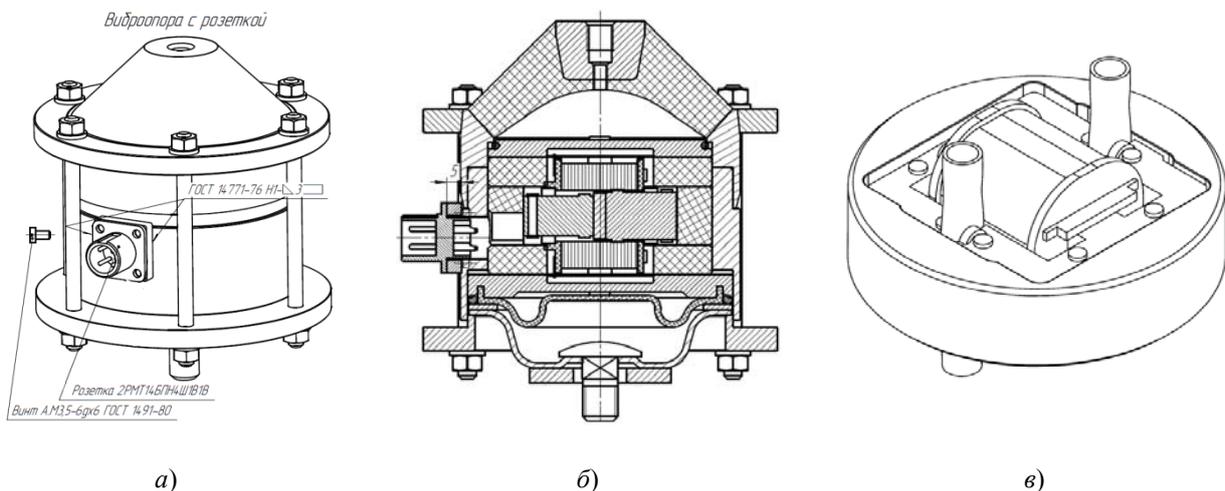


Рис. 1. Чертежи двухканальной разборной МР-гидроопоры: Внешнего вида (а); Сборочный с возбуждающим электромагнитом дроссельной перегородки МРТ и с разъемом (б); Эскиз двухканального МРТ с двумя дроссельными каналами, управляемыми внешним магнитным полем ВЭ (в)

Рабочая жидкость в дроссельных каналах опоры (рис. 1, б, в) приходит в движение под действием силы давления p_1 в рабочей камере 1. Давление p_2 действует против движения жидкости от действия давления p_1 [2,6,7]. Из-за внезапного изменения площади сечения канала, когда жидкость переходит из рабочей камеры 1

в компенсационную камеру 2 через дроссельные каналы, возникает сила гидравлического сопротивления, зависящая от квадрата скорости течения жидкости (потери напора вычисляются по формуле Дарси-Вейсбаха) [8,9]. Также учитывается линейная сила вязкого трения жидкости b_1 .

При движении рабочей жидкости в дроссельных каналах возникают потери её напора, так как из-за возникающего большого гидравлического сопротивления на входе и выходе дроссельных каналов скорость движения V рабочей жидкости падает. Поэтому, анализ динамической жёсткости гидропоры с ИТ и МРТ проводится с учётом изменений значений относительного ускорения движения рабочей жидкости $a_{ит}(t) = (\ddot{x} - \dot{V})$, возникающего в дроссельных каналах [2,8,9].

Введённый в работах [1,2,6,8,9] параметр – приведённая масса $m_{пр}$ зависит от количества дроссельных каналов и от отношения $A^2/S_{тр}^2 = (S_2/S_1 - 1)^2$ – квадратичного коэффициента местного сопротивления потоку рабочей жидкости в дроссельных каналах, где $A = S_{пн} = \pi D^2/4$ – площадь поршня в рабочей камере; $S_{тр} = \pi d_{тр}^2/4$ – площадь поперечного сечения эквивалентного дроссельного канала МР-гидропоры (рис. 1, в).

Противодействующая сила $F_{ит}(t) = m_{пр}(\ddot{x} - \dot{V})$ с учётом квадратичного гидравлического коэффициента местного сопротивления, действующая в МРТ зависит от относительного ускорения между рабочей жидкостью в канале и корпусом демпфера, и её можно записать в виде:

$$F_{ит}(t) = \left[\frac{1}{N} \frac{A^2}{S_{тр}^2} m_{ж} \right] (\ddot{x} - \dot{V}) \equiv F_{ит}(t) = \left[(\ddot{x} - \dot{V}) \cdot \frac{1}{N} \frac{A^2}{S_{тр}^2} \right] \cdot m_{ж}. \quad (1)$$

При равенстве сил $F_{ит}(t)$ левая часть применима только для расчёта и анализа передаточной функции (коэффициента передачи) гидропоры с ИТ и для построения её АЧХ, а правая часть с постоянной массой $m_{ж}$ рабочей жидкости на временном интервале её дросселирования отражает физическую природу противодействующей силы $F_{ит}(t)$, создаваемой ИТ гидропоры [2,6,7].

Тождественное равенство (1) показывает увеличение приведённой массы ИТ и МРТ при уменьшении числа дроссельных каналов гидропоры. При повышении присоединённых масс в ИТ и МРТ понижается демпфирование МР-гидропор за счёт роста их динамической жёсткости [2,6,7].

Так при динамической жёсткости гидропоры с ИТ $c = (2\pi f_{рез})^2(m_0 + m_{ит})$ с приведённой массой $m_{ит}$ гашение вибрации падает, и увеличивается передача вибрации гидропорой на резонансной частоте. Для снижения приведённой массы $m_{ит}$, увеличивающей динамическую жесткость гидропоры, необходимо снижать квадратичный коэффициент местного сопротивления потоку рабочей жидкости $A^2/S_{тр}^2$, т.е. снижать потери местные и по длине (вязкостные) потоку рабочей жидкости в дроссельных каналах [2,6,8,9].

2. Экспериментальное подтверждение возникновения приведённых масс в дроссельных каналах МР-гидропоры

Авторами получены экспериментальные АЧХ МР-гидропоры ОМГ-50 с одним и двумя дроссельными каналами в полосе от 34,1 до 34,6 Гц (рис.2) [6,7].

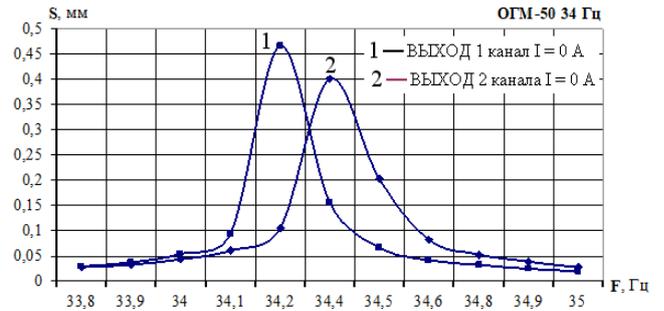


Рис.2. Резонансные АЧХ гидропоры ОМГ-50 с одним и двумя дроссельными каналами в полосе частот от 34,1 Гц до 34,6 Гц

МР-гидропоры заполнялись глицерином с плотностью $\rho_{гг} = 1245 \text{ кг/м}^3$ и динамической вязкостью $\eta_{гг}^{(20^\circ)} = 1207,65 \text{ мПа} \cdot \text{с}$. Испытания МР-гидропоры проводились на центробежном вибростенде ЭВ-342 в полосе частот 15-50 Гц с шагом дискретизации 5 Гц, возбуждающим полигармоническую вибрацию [7].

Экспериментальные АЧХ МР-гидропоры подтверждают возникновение приведённых масс в ИТ на относительных ускорениях, и показывают, что с понижением приведённой массы демпфирование гидропоры возрастает, в среднем для смещений упругой резиновой эластичной обечайки, в относительных величинах до 78% (рис.2). Для гидропоры с глицерином безводным с двумя дроссельными каналами приведённая масса ИТ установлена в 25,6 кг, а при действии одного дроссельного канала приведённая масса возрастает до 51,1 кг, и она больше массы нагрузки в 15 кг. На приведённых АЧХ гидропоры (рис. 2) имеется малый сдвиг собственной резонансной частоты в низ на 0,2 Гц, что указывает на увеличение приведённой массы в одном дроссельном канале. Дроссельная перегородка оказывает наибольшее сопротивление потоку рабочей жидкости при одном дроссельном канале, и как следствие понижаются демпфирование и собственная частота гидропоры [6,7].

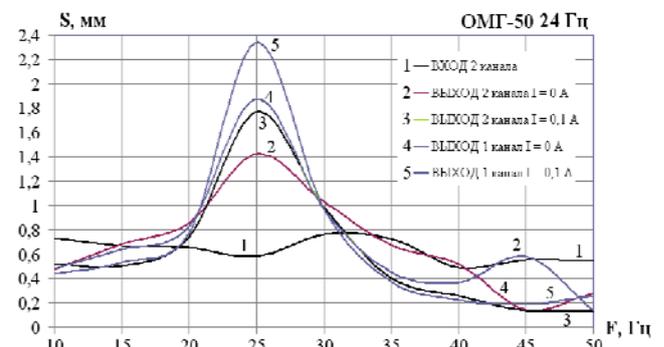


Рис. 3. Резонансные АЧХ МР-гидропоры ОМГ-50 с МРЖ MRF-132DG с одним и двумя дроссельными каналами при массе нагрузки $m = 34,5 \text{ кг}$

На (рис. 3) приведены экспериментальные резонансные АЧХ МР-гидропоры ОМГ-50 с МРЖ MRF-132DG в полосе от 20 Гц до 30 Гц.

Испытания МР-гидропоры с МРЖ проводились на вибростенде ЭВ-342 при $H = 0 \text{ кА/м}$ и $H = 252 \text{ кА/м}$ при токе ВЭ 0,1А. Рост демпфирования МР-гидропоры до 25% ограничен большой плотностью рабочей МРЖ.

Резонансные АЧХ МР-гидропоры с МРЖ MRF-132DG на (рис. 3) подтверждают возникновение приведённых масс в дроссельных каналах МРТ, и показывают, что с понижением приведённой массы демпфирование МР-гидропоры возрастает в абсолютных значениях на 0,6 мм, или в относительных величинах на 25% (рис.3).

Рост динамических жёсткостей МР-гидропоры на её собственной частоте при одном дроссельном канале указывает на рост присоединённой массы МРТ с одним каналом [6,7]. Также не наблюдается и низкочастотных сдвигов собственной резонансной частоты гидропоры на АЧХ, при $H = 0$ кА/м и $H = 252$ кА/м, что только объясняется большой плотностью МРЖ. Эффективность работы МР-гидропоры с одним дроссельным каналом менее проявляется в полосе частот от 20 Гц до 30 Гц по отношению к МР-гидропоре с двумя каналами, в среднем для смещений упругой резиновой эластичной обечайки, на 0,45 мм без действия и 0,569 мм и с действием магнитного поля (рис.3). Для одного дроссельного канала на резонансной частоте гидропоры $f_{0,мж}^{(20')} = 25$ Гц наблюдается рост динамической, как без действия магнитного поля, так и при действии магнитного поля. Рост динамических жёсткостей МР-гидропоры при одном дроссельном канале указывает на увеличение присоединённой массы МРТ с одним дроссельным каналом [6,7]. Применение в управляемой МР-гидропоре рабочей МРЖ позволяет также, и устранять в дроссельных каналах МРТ турбулентное течение МРЖ, за счёт её большой плотности и действия на МРЖ внешнего магнитного поля [2,3].

Из приведённых на (рис. 2) и (рис. 3) графиков следует, что при росте напряжённости магнитного поля наблюдается повышение динамической жёсткости МР-гидропоры на резонансной частоте. Из рисунка 3 также установлено, что для МР-гидропоры с МРЖ MRF-132DG с двумя дроссельными каналами при напряжённости магнитного поля $H = 0$ кА/м наблюдается понижение динамической жёсткости МР-гидропоры на собственной резонансной частоте (АЧХ под номером 2). Также наблюдается и снижение динамической жёсткости МР-гидропоры на собственной резонансной частоте с одним дроссельным каналом при напряжённости магнитного поля $H = 0$ кА/м (АЧХ под номером 3). Экспериментальные резонансные АЧХ МР-гидропоры с МРЖ MRF-132DG показывают, что при напряжённости магнитного поля $H = 0$ кА/м дроссельная перегородка МР-гидропоры оказывает наименьшее гидравлическое сопротивление потоку рабочей МРЖ.

В подтверждение экспериментальным АЧХ МР-гидропоры с одним и двумя дроссельными каналами приводятся диаграммы динамических характеристик, смоделированные в пакете Matlab (рис.4 и 5) [2,10,11].

1. Диаграммы АЧХ гидропоры с МРТ ОМГ-50 (внешняя нагрузка 50 кг) для одного и двух дроссельных каналов при входном среднеквадратичном отклонении (СКО) 50 м/с^2 , $H = 252$ кА/м, $t_{МРЖ} = 20$ °С и массе внешней нагрузки $m = 27$ кг представлены (рис.4) [2]. Возбуждение МР-гидропоры со стороны обечайки.

Значения приведённых и общих масс для одного и двух дроссельных каналов МР-гидропоры при напряжённости магнитного поля $H = 252$ кА/м при темпера-

турах МРЖ в 20°С,40°С и 60°С приведены в таблице № 1 [6,7].

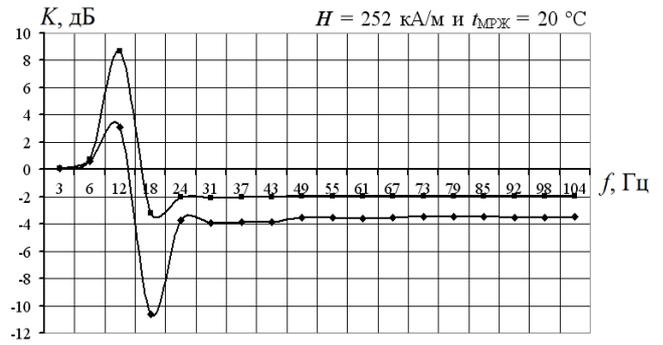


Рис. 4. Диаграммы логарифмических АЧХ гидропоры для одного и двух дроссельных каналов при температуре МРЖ 20°С и $H=252$ кА/м. Возбуждение МР-гидропоры со стороны обечайки

Таблица 1.

Значения присоединённых и общих масс для одного и двух дроссельных каналов МР-гидропоры при напряжённости поля $H = 252$ кА/м при 20°С,40°С и 60°С

Один канал ($H=252$ кА/м)		При магнитном поле ($H=252$ кА/м)	
Приведённые массы МРТ, кг	Общие массы МРТ, кг	Приведённые массы МРТ, кг	Общие массы МРТ, кг
$m_{мрт} (20^\circ\text{C}) = 108,896$	$m + m_{мрт} (20^\circ\text{C}) = 135,896$	$m_{мрт} (20^\circ\text{C}) = 54,448$	$m + m_{мрт} (20^\circ\text{C}) = 81,448$
$m_{мрт} (40^\circ\text{C}) = 94,7818$	$m + m_{мрт} (40^\circ\text{C}) = 121,7818$	$m_{мрт} (40^\circ\text{C}) = 47,3909$	$m + m_{мрт} (40^\circ\text{C}) = 74,3909$
$m_{мрт} (60^\circ\text{C}) = 80,6644$	$m + m_{мрт} (60^\circ\text{C}) = 107,6644$	$m_{мрт} (60^\circ\text{C}) = 40,3322$	$m + m_{мрт} (60^\circ\text{C}) = 67,3322$

Из диаграмм логарифмических АЧХ (см. рис. 4) следует, что входной вибросигнал (белый шум) [2,12,13] при $H = 252$ кА/м и $t_{МРЖ} = 20$ °С демпфируется на резонансной частоте $f_{рез.}^{H=252} = 18,3$ Гц до 10,5 дБ при двух дроссельных каналах и до 3,5 дБ соответственно при одном дроссельном канале МР-гидропоры. Здесь на резонансной частоте $f_{рез.}^{H=252} = 18,3$ Гц МР-гидропоры в дроссельных каналах наблюдается действие магнитовязкого трения за счёт магнитореологического эффекта МРЖ.

Также из диаграмм логарифмических АЧХ (см. рис. 4), при температуре 20°С и внешнем магнитном поле $H = 252$ кА/м наблюдается собственная частота $f_{соб.}^{H=252} = 12,2$ Гц, на которой коэффициент передачи изменяется до 5,5 дБ. Здесь входной вибросигнал усиливается до 8,7 дБ при одном дроссельном канале и до 3,5 дБ при двух дроссельных каналах. На собственной частоте $f_{соб.}^{H=252} = 12,2$ Гц МР-гидропоры наблюдается действие конструкционного демпфирования эластичной обечайки МР-гидропоры. Также при внешнем магнитном поле на АЧХ МР-гидропоры при двух дроссельных каналах есть горизонтальный участок на уровне -4 дБ в диапазоне частот от 25 Гц до 100 Гц.

Из диаграмм логарифмических АЧХ (рис. 4) видно, что действие магнитовязкого демпфирования в дроссельных каналах и конструкционного демпфирования обечайки МР-гидропоры наблюдаются на разных частотах вибрации. Для получения наибольшего демпфирования МР-гидропорой необходимо чтобы частота магнитовязкого демпфирования в дроссельных каналах её МРТ совпадала с частотой конструкционного демпфирования обечайки МР-гидропоры, то есть необходимо чтобы упругая механическая и гидравлическая компоненты МР-гидропоры работали на одной резонансной частоте дополняя друг друга.

3. Переход к магнитореологическим трансформаторам гидропор с внешними возбуждающими электромагнитами

Для повышения демпфирования, снижения динамической жёсткости гидропоры и понижения ко-

эффициента гидравлического сопротивления дроссельной перегородки потоку рабочей МРЖ необходимо увеличивать число дроссельных каналов в дроссельной перегородке МР-гидрооры [6-9]. Для этого целесообразно перейти от МР-гидропор с внутренним ВЭ к гидропорам с внешними ВЭ [14,15]. На (рис. 5, а, б) показаны эскизные чертёжи МР-гидропоры ОМГ-50ВЭ с восемью дроссельными каналами и МР-демпфер с коаксиальным цилиндрическим зазором, и электромагнитными системами, выполненными по кольцевой схеме.

Возбуждение каждого из дроссельных каналов в МР-гидропоре ОМГ-50ВЭ с МРЖ (рис. 5, а) осуществляется двумя соседними внешними ВЭ МРТ, а возбуждение в МР-демпфере (рис. 5, б) малого дроссельного цилиндрического зазоре всеми внешними ВЭ МРТ [14,15].

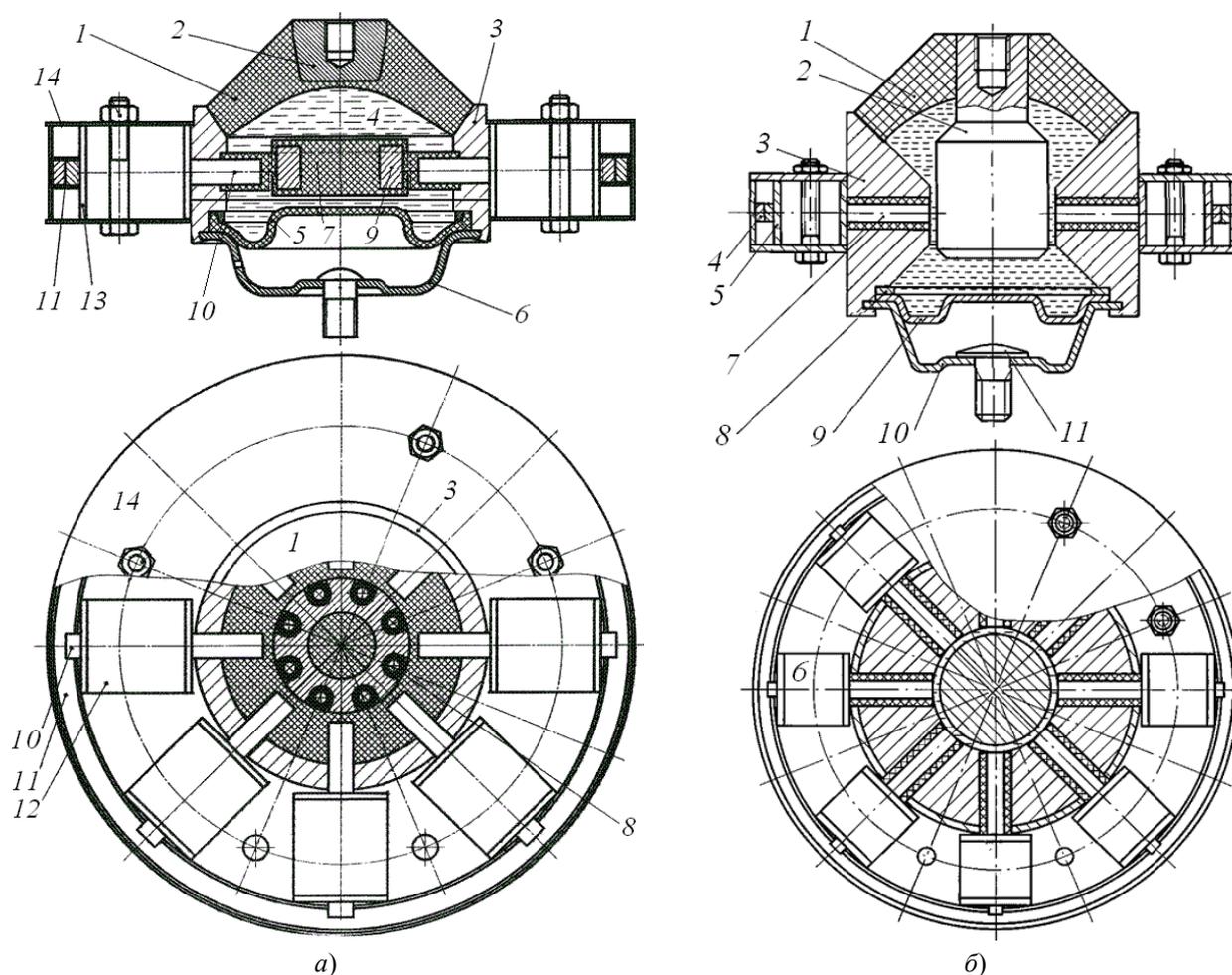


Рис. 5. Эскизные сборочные чертежи МР-гидропоры ОМГ-50ВЭ (а) и МР-демпфера (б) с внешними ВЭ, выполненными по кольцевой схеме

МР-гидропора ОМГ-50ВЭ содержит заполненные демпфирующей МРЖ рабочую и компенсационную камеры 4, ограниченные общим корпусом 3, в котором закреплены разделительные диамагнитная и ферромагнитная перегородки 7, 9. Диамагнитные дроссельные каналы 8 до 1,5 мм расположены в поверхностном слое ферромагнитной перегородки 7 между полюсами ВЭ 12, 13, и соединяют рабочую и компенсационную камеры 4. Рабочая камера ограничена опорной платой 2 и эластичной обечайкой 1, а компенсационная камера –

мембраной 5, закреплённой между корпусом 3 и поддоном 6 [14,15].

Ферромагнитная перегородка 9 выполнена в виде кольца из материала с высокой магнитной проницаемостью, с отверстиями для встраиваемых диамагнитных дроссельных каналов 8 и замыкает магнитопровод кольцевой электромагнитной системы ОМГ-50ВЭ [14,15]. Кольцевая электромагнитная система вибропоры состоит из кругового набора ВЭ 12, 13 с ферромагнитными цилиндрическими сердечниками 10 с раз-

нополярными полюсами S и N , внутренней ферромагнитной перегородки 9 и внешним ферромагнитным ярмом-кольцом 11 . Разнополярные полюса ВЭ 12 , 13 расположены поочередно, и чередуются между собой на. Катушки 12 ВЭ 13 соединяются параллельно так, чтобы соседние полюса имели разную полярность и подключаются к источнику намагничивающего тока ВЭ и закрываются сверху и снизу крышками 14 [14,15].

МР-демпфер (рис. 5, б) содержит заполненные демпфирующей МРЖ рабочую и компенсационную камеры, ограниченные общим диамагнитным корпусом 3 , в котором закреплены ферромагнитные сердечники 7 ВЭ 5 , 6 . Малый дроссельный цилиндрический зазор, в котором шток-поршень 2 совершает возвратно-поступательное вертикальное движение, соединяет рабочую и компенсационную камеры и возбуждается всеми ВЭ МРТ [15].

Рабочая камера МР-демпфера ограничена ферромагнитным шток-поршнем 2 и эластичной обечайкой 1 , а компенсационная – мембраной 9 , закрепленной между корпусом 3 и поддоном 10 . Шток-поршень 2 замыкает магнитопровод кольцевой электромагнитной системы виброопоры. Кольцевая электромагнитная система МР-демпфера состоит из кругового набора ВЭ 5 , 6 с ферромагнитными сердечниками 7 с разнополярными полюсами S и N , внешним ферромагнитным ярмом-кольцом 4 . Разнополярные полюса сердечников 7 ВЭ 5 , 6 расположены поочередно, и чередуются между собой. Катушки ВЭ 5 , 6 соединяются параллельно, как и в ОМГ-50ВЭ [15].

Демпфирование колебаний в МР-демпфере (рис. 5, б) происходит: – за счет эластичной обечайки 1 , внутреннего трения МРЖ в жидкостном малом объеме дроссельного цилиндрического зазора, массы колеблющейся МРЖ в нижней рабочей камере, коммутации управляемых ВЭ, создающих ортогональное магнитное поле [1-3,14,15].

Изменение динамической жёсткости в МР-гидроопоре ОМГ-50ВЭ производится путём изменения общей проводимости эквивалентного дроссельного канала [14,15], а согласование частотных характеристик МР-гидроопоры достигается за счёт подбора параметров упругой резиновой эластичной обечайки с частотами возбудителей вибраций [4,5,16]

Считаем, что расчетная схема данной МР-гидроопоры близка к механической колебательной системе с одной степенью свободы [1-3,16].

Тогда уравнение движения МР-гидроопоры [16] при малых отклонениях величин относительно положения равновесия имеет вид

$$F_m - F_{o6} = m \frac{dz^2}{dt^2}, \quad (2)$$

где F_m – внешняя сила нагрузки, приложенная к упругой резиновой обечайке; F_{o6} – сила от поршневого действия упругой обечайки; m – масса нагрузки.

Если считать, что вибрационным воздействием на МР-гидроопору является перемещение z_1 упругой обечайки и её жесткость равна c_{o6} , то

$$F_m = c_{o6} (z_1 - z); \quad (3)$$

сила от поршневого действия упругой резиновой обечайки [1-3,16]:

$$F_{o6} = \Delta p_1 S_{o6} = |p_1 - p_0| S_{o6}, \quad (4)$$

где S_{o6} – рабочая площадь поршня – упругой обечайки; $\Delta p_1 = |p_1 - p_0|$ – перепад давления относительно атмосферного давления МРЖ в дроссельных каналах; p_0 – атмосферное давление в компенсационной камере МР-гидроопоры.

При течении рабочей МРЖ в дроссельных каналах с малыми числами Рейнольдса величина объёмного расхода через эквивалентный дроссельный канал МР-гидроопоры будет пропорциональна перепаду давления [16]:

$$Q_{др} = \Delta p \gamma_{др} = |p_1 - p_0| \gamma_{др}, \quad (5)$$

где $\gamma_{др}$ – проводимость эквивалентного дроссельного канала МР-гидроопоры.

При повышении общей проводимости эквивалентного дроссельного канала дроссельной перегородки МР-гидроопоры понижаются приведённые массы в МРТ и квадратичный гидравлический коэффициент местного сопротивления движению рабочей МРЖ в дроссельных каналах МРТ. В результате снижается динамическая жёсткость МР-гидроопоры и повышается демпфирование ей вибросигналов [1-3].

Также для понижения приведённых масс в МРТ и квадратичного гидравлического коэффициента местного сопротивления движению рабочей МРЖ вместо МР-гидроопоры со многими дроссельными каналами применяют и МР-демпфер с малым дроссельным коаксиальным цилиндрическим зазором с МРЖ и шток-поршнем, соединяющим рабочую и компенсационную камеры. Малый коаксиальный цилиндрический зазор возбуждается всеми ВЭ МРТ.

Шток-поршень обеспечивает связь с упругой механической и магнитовязкой гидравлической компонентами МР-демпфера для того, чтобы они работали на одной резонансной частоте дополняя друг друга и обеспечивали наибольшее демпфирование МР-демпфером входных вибросигналов.

Ранее в работах [2,10,11] проводилось построение АЧХ МР-гидроопоры с целью определения её демпфирующих свойств. Применялась механическая модель гидроопоры МРТ с разделением упругого и поршневого воздействий упругого элемента. Такая модель представлена на (рис. 6, а). Дополнительная (компенсационная) камера создается упругими элементами [1-3].

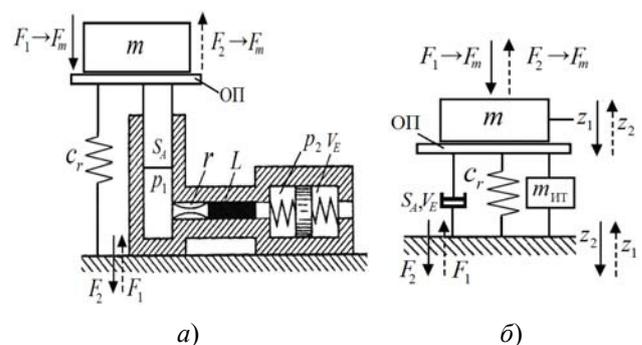


Рис. 6. Модель гидроопоры при инерционной нагрузке (а) и её обобщенная схема линейной системы виброизоляции с одной степенью свободы (б)

На рисунке 6, а, б приведены обозначения: c_r – жесткость упругого элемента (резиновой обечайки), Н/м; $S_A = A$ – рабочая площадь поршня; L и r – сопротивления дроссельных каналов соответственно инерционное и гидравлическое, Н·с/м; V_E – объем дополнительной камеры; F_1 и F_2 – силы определяют входное воздействие и выходное вынужденное перемещение гидропоры с инерционной массой m .

В модели гидропоры (рис. 6, а, б) направление действующих на них сил F_1 и F_2 обозначено сплошными и пунктирными стрелками, и их направление совпадает с направлением действующих сил на гидропору: со стороны упругой обечайки сплошными стрелками; со стороны основания гидропоры пунктирными стрелками.

Преобразование входных воздействий гидропоры F_1 в вынужденные перемещения и F_2 определяют передаточные функции динамической податливости гидропоры с нагрузкой m :

$$W(j\omega) = \frac{F_2(j\omega)}{F_1(j\omega)} = \frac{-m_{ИТ}\omega^2 + bj\omega + c}{-(m + m_{ИТ})\omega^2 + bj\omega + c} \quad (6)$$

и динамической жесткости гидропоры с нагрузкой m :

$$W(j\omega) = \frac{F_2(j\omega)}{F_1(j\omega)} = \frac{-(m + m_{ИТ})\omega^2 + bj\omega + c}{-m_{ИТ}\omega^2 + bj\omega + c} \quad (7)$$

В выражениях (6) и (7) $b = rS_A^2$ – приведенный коэффициент демпфирования или гидравлический коэффициент трения в дроссельных каналах гидропоры; $c = 1/\lambda$ и $\lambda = 1/c$ – динамические соответственно эквивалентная жесткость и податливость, учитывающие взаимодействие мембраны и дополнительной камеры, а также сжимаемость жидкости в рабочей камере; $j\omega$ комплексная частота; j – мнимая единица [1-3].

Из выражения (6) для передаточной функции динамической податливости гидропоры следует, что при увеличении приведенной массы ИТ динамическая податливость гидропоры уменьшается, а её динамическая жесткость повышается. В результате демпфирования гидропоры падает.

Из выражения (7) для передаточной функции динамической жесткости гидропоры следует, что при

увеличении приведенной массы ИТ динамическая жесткость гидропоры повышается, а её динамическая податливость уменьшается. В результате демпфирования гидропоры падает.

Механическая модель гидропоры, представленная на (рис. 6, а) с указанными направлениями действующих сил характерна для анализа динамической податливости и динамической жесткости гидропоры [1-3].

4. Зависимость динамической жесткости и собственной частоты МР-гидропоры от числа возбуждающих электромагнитов, создающих внешнее магнитное поле в дроссельных каналах МРТ при 20°C

При разработке МР-гидропор с МРЖ и моделировании их динамических характеристик необходимо также знать, как изменяется динамическая жесткость МР-гидропоры в зависимости от числа ВЭ, создающих внешнее магнитное поле в дроссельных каналах при различных температурах рабочей МРЖ. Проведенный обзор конструкций физических моделей активных МР-гидропор с внутренними и внешними ВЭ МРТ таких как ОМГ-50, ОМГ-50ВЭ показал, что данные модели являются перспективными для построения МР-гидропор и МР-демпферов и дальнейшего их совершенствования и применения в активных системах виброзащиты и адаптивного управления.

Тем не менее МР-гидропоры могут быть реализованы и с различным числом ВЭ, создающих внешнее магнитное поле в дроссельных каналах. В этих случаях дроссельные каналы МР-гидропоры закрыты и возбуждаются магнитным полем ВЭ МРТ. При этом не возбужденные внешним магнитным полем открытые дроссельные каналы с рабочей МРЖ работают в режиме ИТ.

В таблице № 2 приведены параметры, динамические жесткости и собственные частоты МР-гидропор в зависимости от числа возбуждающих электромагнитов, создающих внешнее магнитное поле в эквивалентных дроссельных каналах длиной $l = 50$ мм при температуре 20°C.

Расчет приведенных масс $m_{МРТ.i}$, возбужденных внешним магнитным полем дроссельных каналов МРТ проведен с учетом относительного коэффициента динамической вязкости при напряженности магнитного поля $H = 252$ кА/м в них и температуре 20°C.

Таблица № 2.

Параметры, динамические жесткости и собственные частоты настройки МР-гидропор с МРЖ в зависимости от числа ВЭ, создающих внешнее магнитное поле в эквивалентных дроссельных каналах длиной $l = 50$ мм при температуре 20°C

№ _{МРТ.i}	МРТ 1ВЭ	МРТ 2ВЭ	МРТ 3ВЭ	МРТ 4ВЭ	МРТ 5ВЭ	МРТ 6ВЭ	МРТ 7ВЭ	МРТ 8ВЭ
$S_{кк.i}$, м ²	0,000025	0,000049	7,4E-05	9,86E-05	0,000123	0,000148	0,000173	0,000197
$d_{кк.i}$, м	0,002801	0,003962	0,004852	0,005603	0,006264	0,006862	0,007412	0,007923
$d_{кк.i}^2$, м ²	7,847E-06	1,569E-05	2,35E-05	3,14E-05	3,92E-05	4,71E-05	5,49E-05	6,28E-05
$D_{П}^2$, м ²	3,336E-05	3,336E-05	3,34E-05	3,34E-05	3,34E-05	3,34E-05	3,34E-05	3,34E-05
$D_{П}^2/d_{кк.i}^2$	4,251421	2,12571	1,41714	1,062855	0,850284	0,70857	0,607346	0,531428
$m_{МРТ.i}$, кг, 20°	287,0854	143,5427	95,69513	71,77134	57,41708	47,84756	41,0122	35,88567
m_0 , кг	50	50	50	50	50	50	50	50
$m_{Σ.i}$, кг, 20°	337,0854	193,5427	145,6951	121,7713	107,4171	97,84756	91,0122	85,88567
c , кН/м	747,8362	373,9136	249,2582	186,9569	149,568	124,6371	106,8279	93,47623
$f_{2.i}$, Гц	7,457039	9,841198	11,34263	12,40692	13,20991	13,84081	14,35115	14,77325

Диаметр поршня обечайки МР-гидроопоры $D = 0,076$ м. Поперечные сечения $S_{кк.i}$ и диаметры эквивалентных дроссельных каналов $d_{кк.i}$ отображены в таблице № 2. МР-гидроопоры заполнены МРЖ MRF-132DG с $\rho_{мж} = 2950 \text{ кг/м}^3$ при $t^{\circ}C = 20^{\circ}C$. Длина дроссельных каналов в зоне полюсов ВЭ МРТ $l = 15$ мм. При расчёте приведенных масс МРТ $m_{мрт}$ в дроссельных каналах принимались усреднённые круглые радиус и диаметр дроссельного канала.

На (рис. 7) и (рис. 8) приведены зависимости динамической жёсткости и ожидаемые собственные частоты настройки МР-гидроопоры от числа ВЭ, создающих магнитное поле в дроссельных каналах МРТ при температуре $20^{\circ}C$.

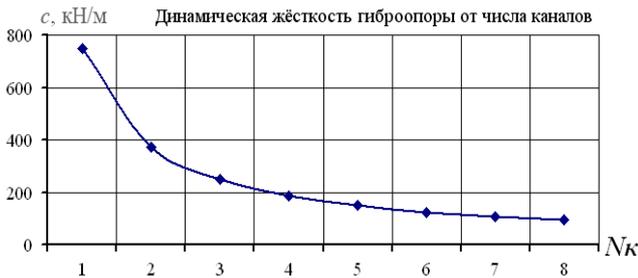


Рис. 7. Зависимость динамической жёсткости МР-гидроопоры от числа ВЭ, создающих внешнее магнитное поле в дроссельных каналах МРТ при $20^{\circ}C$



Рис. 8. Зависимость ожидаемых собственных частот МР-гидроопоры от числа ВЭ, создающих внешнее магнитное поле в дроссельных каналах МРТ при $20^{\circ}C$

Ожидаемые собственные частоты настройки МР-гидроопоры при открытых эквивалентных i -тых дроссельных каналах длиной $l = 50$ мм с МРЖ с $\rho_{мж} = 2950 \text{ кг/м}^3$ при действии внешнего магнитного поля при температуре $20^{\circ}C$ с учётом диаметров поршня приведены в таблице № 2.

Так при не возбуждённых открытых 8-ми дроссельных каналах МР-гидроопоры ОМГ-50ВЭ с МРЖ при действии внешнего магнитного поля при температуре $20^{\circ}C$ её ожидаемая собственная частота составляет 14,77325 герц.

Из приведённых параметров видно (таблица № 2) и (рис. 7), что при меньших числах ВЭ и дроссельных каналов МРТ наблюдается повышение динамической жёсткости и понижение ожидаемых собственных частот МР-гидроопор. Из значений следует, что ожидаемая собственная частота МР-гидроопор снижается до 7,457 герц. При этом диапазон перестройки по частоте МР-гидроопор с различным числом ВЭ и дроссельных каналов составил 7,31621 Гц при внешней массе нагрузки в 50 кг (таблица № 2) и (рис. 8).

При переходе от гидроопоры с дроссельными каналами к гидроопоре с цилиндрическим коаксиальным

каналом применяется также механическая модель гидроопоры с разделением упругого и поршневого действий упругого элемента. Цилиндрический коаксиальный канал формируется поверхностями цилиндров – внешним диамагнитным и внутренним ферромагнитным. Такая модель, построенная по аналогии (рис. 6, а, б) представлена на (рис. 9, а, б).

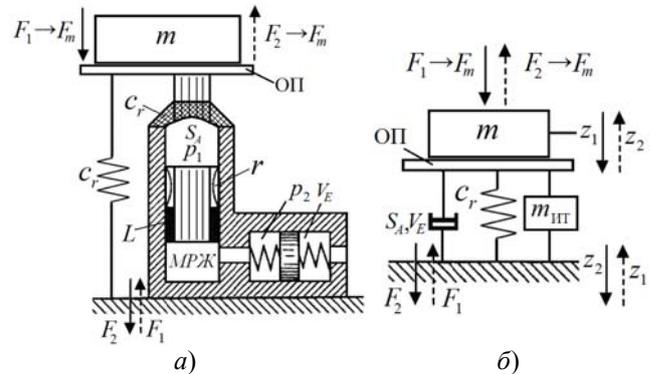


Рис. 9. Механическая модель гидроопоры с цилиндрическим коаксиальным каналом при инерционной нагрузке (а) и её обобщенная схема линейной системы виброизоляции с одной степенью свободы (б)

Проведённые в работах [2,10,11] построения логарифмических АЧХ МР-гидроопоры с одним и двумя дроссельными каналами по экспериментальным данным в пакете Matlab (рис.4) показали, что действие магнитовязкого демпфирования в дроссельных каналах МРТ и действие конструкционного демпфирования обечайки МР-гидроопоры происходит на разных частотах входных вибросигналов. В приведённых механических моделях гидроопоры не учитывается взаимная связь магнитовязкого демпфирования в дроссельных каналах МРТ с конструкционным демпфированием обечайки МР-гидроопоры.

5. Переход от МР-гидроопор с дроссельными каналами к МР-демпферам с коаксиальным цилиндрическим каналом и шток-поршнем

Полученные экспериментальные АЧХ перемещений упругой обечайки МР-гидроопоры с одним и двумя дроссельными каналами (рис.2) и (рис.3) показали в место возникновения ожидаемого демпфирования возникновение усиления входных вибросигналов. МР-гидроопора выходила на частоты собственных механических резонансов в 34,2 до 34,4 Гц для глицерина безводного (рис.2) и 25 Гц для рабочей МРЖ MRF-132DG (рис.3), при которых наблюдалось усиление вибрации гидроопорой. Усиление входной вибрации гидроопорой возникает из-за упругих свойств упругой эластичной обечайки.

Вследствие этого, для получения наибольшего демпфирования МР-гидроопоры представленные на (рис.6) и (рис.9) механические модели гидроопор с разделением упругого и поршневого воздействий упругого элемента не подходят из-за отсутствия взаимной связи магнитовязкого демпфирования в дроссельных каналах с конструкционным демпфированием обечайки МР-гидроопоры. Требуемую такую взаимную связь может только обеспечить применение ферромагнитного штока-поршня в МР-демпфере с внешней цилиндрической поверхностью совместно с внутренней поверхностью диамагнитной латунной втулкой. В этом случае формируется малый коаксиальный цилиндрический зазор с дросселирующей рабочей МРЖ.

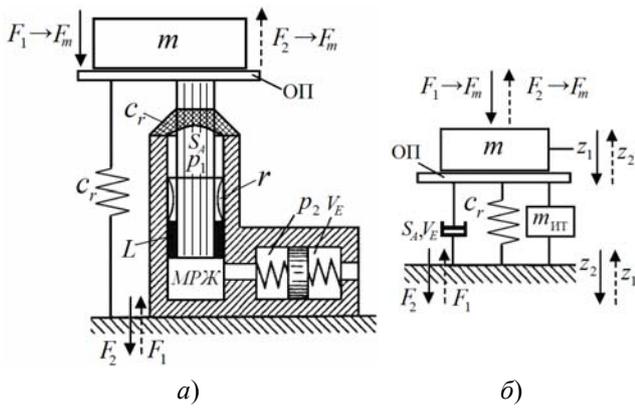


Рис. 10. Механическая модель МР-демпфера с шток-поршнем и малым коаксиальным цилиндрическим каналом при инерционной нагрузке (а) и его схема линейной системы виброизоляции с одной степенью свободы (б)

На (рис. 10, а, б) представлена механическая модель МР-демпфера с шток-поршнем и малым коаксиальным цилиндрическим зазором, построенная по аналогии с (рис. 6, а, б) и (рис. 9, а, б).

В механической модели МР-демпфера (рис. 10, а, б) шток-поршень обеспечивает связь с упругой механической и магнитовязкой гидравлической компонентами МР-демпфера для того, чтобы они работали на одной резонансной частоте дополняя друг друга и обеспечивали наибольшее демпфирование МР-демпфером входных вибросигналов

Данной задаче соответствует переход от многоканальной МР-гидропоры к МР-демпферу с коаксиальным цилиндрическим зазором, и электромагнитными системами, выполненными по кольцевой схеме [14,15].

На (рис.11) показан эскизный сборочный чертёж МР-демпфера ОМГ-50Д.

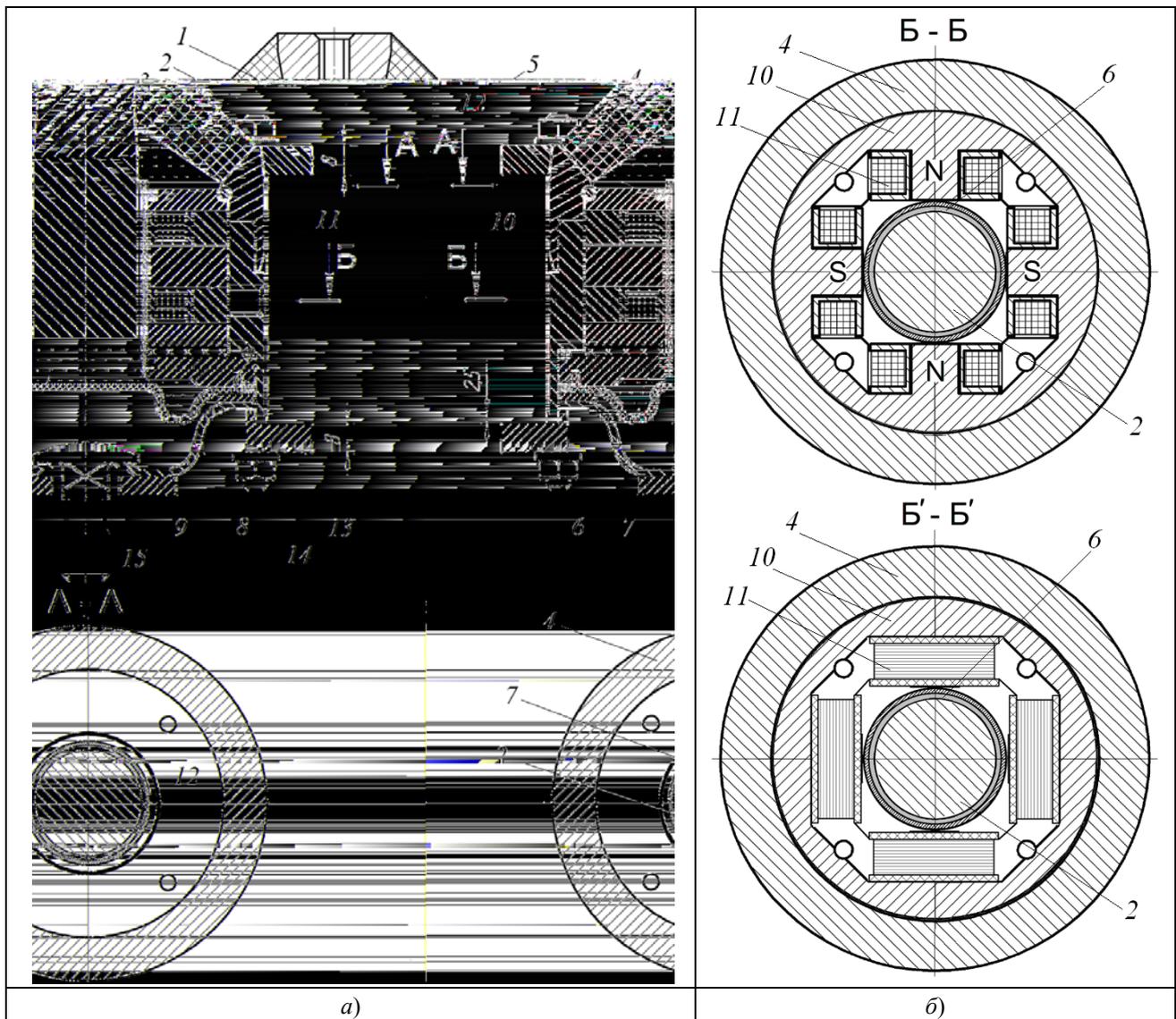


Рис.11. Эскизный сборочный чертёж МР-демпфера ОМГ-50Д с ферромагнитным шток-поршнем в малом дроссельном цилиндрическом зазоре, возбуждаемым ортогональными магнитными полями ВЭ (а); Эскизный чертёж электромагнитной системы симметричного кольцевого МРТ МР-демпфера (б)

В МР-демпфере ферромагнитный шток-поршень, совершает возвратно-поступательное вертикальное движение в малом дроссельном цилиндрическом зазоре

[15,16,18]. Гашение вибрации в МР-демпферах обеспечивается выполнением гарантированного малого зазора (до 150 микрон), при этом максимальный демпфирующий

ший эффект достигается при воздействии магнитным полем на большой объем медленно текущей рабочей МРЖ [1,2,18]. Зазор с рабочей МРЖ возбуждается ортогональным магнитным полем возбуждающего электромагнита электромагнитной системы симметричного кольцевого МРТ.

Разборный МР-демпфер ОМГ-50Д (рис.11, *a*) содержит заполненные демпфирующей МРЖ рабочую 5 и компенсационную камеру 7, ограниченные резиновой обечайкой 3, общим диамагнитным разъемным корпусом 4, и эластичной мембраной 8.

Внутри корпуса 4 размещена электромагнитная система МРТ с ферромагнитным магнитопроводом 10 и катушками ВЭ 11. Малый дроссельный коаксиальный цилиндрический зазор 6, в котором шток-поршень 2, соединенный с опорной платой 1 совершает возвратно-поступательное вертикальное движение, соединяет рабочую камеру 3 и компенсационную камеру 7. Рабочая МРЖ в коаксиальном цилиндрическом зазоре 6 возбуждается в зоне разнополярных магнитных полюсов *S* и *N* магнитопровода ВЭ МРТ [15]. Коаксиальный цилиндрический зазор 6 с рабочей МРЖ образован внешней цилиндрической поверхностью шток-поршня 2 и внутренней цилиндрической поверхностью полой латунной втулки. Цилиндрическая полая диамагнитная латунная втулка размещена внутри электромагнитной системы МРТ и соприкасается с разнополярными магнитными полюсами *S* и *N* магнитопровода МРТ МР-демпфера [14,15].

Электромагнитная система МР-демпфера (рис.11, *b*) выполнена из набора внутренних ВЭ с явно выраженными квадратной формы с разнополярными магнитными полюсами *S* и *N*. Катушки 11 ВЭ МРТ соединяются последовательно или параллельно так, чтобы соседние магнитные полюса имели разную полярность [14,15]. Катушки 11 ВЭ МРТ подключаются экранированными проводами через разъем (рис. 1, *a, б*) к блоку управления МР-демпфера. Внутри разъемного корпуса 4 размещается электромагнитная система МР-демпфера между верхней и нижней перегородками 12, граничащими с рабочей 5 и компенсационной камерами 7 МР-демпфера. Эластичная мембрана 8 поджимается снизу упорным кольцом и поддоном 9. Вся разборная конструкция МР-демпфера (рис.11, *a*) сжимается упорными стальными кольцами 13 и скрепляется шпильками и гайками 14. С помощью болта крепления 15 через поддон 9 крепится с основанием МР-демпфера.

Данная конструкция МР-демпфера (рис.11), построенного на базе МР-гидропоры ОМГ-50 применима для виброзащиты электротехнических комплексов и технических объектов от вибраций в диапазоне низких и пострезонансных частот. Такая гибридная конструкция МР-демпфера, сочетающая качества магнитогидравлического амортизатора и упругого элемента сконструирована путем совмещения эластичной резиновой обечайки и магнитогидравлического амортизатора.

Заключение

В статье показано, что для снижения динамической жёсткости и повышения демпфирования МР-гидропор необходимо понижать коэффициент гидравлического сопротивления дроссельной перегородки потоку рабочей МРЖ, что возможно лишь достичь только за счёт увеличения числа дроссельных каналов в дроссельной

перегородке МР-гидропоры. Управлять динамической жёсткостью и повысить демпфирование МР-гидропоры на резонансной частоте возможно за счёт изменения напряжённости магнитного поля. Полученные экспериментальные АЧХ на резонансных частотах для гидропоры с одним и двумя дроссельными каналами с глицерином безводным и с рабочей МРЖ показывают, что с понижением приведённых масс для ИТ и МРТ снижается динамическая жёсткость гидропоры, а её демпфирование возрастает.

Для получения наибольшего демпфирования МР-гидропорой необходимо чтобы частота магнитовязкого демпфирования в дроссельных каналах её МРТ совпадала с частотой конструкционного демпфирования обечайки МР-гидропоры, то есть необходимо чтобы механическая и гидравлическая компоненты МР-гидропоры работали на одной резонансной частоте дополняя друг друга. Для этого целесообразно перейти от МР-гидропор с внутренними и внешними ВЭ МРТ к МР-демпферам с коаксиальным цилиндрическим зазором, и электромагнитными системами, выполненными по кольцевой схеме.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИПФ РАН на проведение фундаментальных научных исследований на 2021-2023 гг. по теме № 0030-2021-0025

Список источников

1. Системы виброзащиты с использованием инерционности и диссипации реологических сред: монография. / Б.А. Гордеев, В.И. Ерофеев, А.В. Синева, О.О. Мугин. М.: Физматлит, 2004. 175 с.
2. Магнитореологические технологии гашения вибрации: монография. / Герасимов С.И., Гордеев Б.А., Ерофеев В.И., Охулков С.Н., Плехов А.С. – Саров. ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ. 2021 г. 312 с., табл., графики, илл.
3. Методы и устройства ослабления вибрации электро-механических комплексов: монография / Охулков С.Н., Плехов А.С., Титов Д.Ю., Шевырёв Ю.В. Н. Новгород: НГТУ, 2016. 254 с.
4. Гордеев, Б.А. К Расчёту жёсткости упругих блоков мобильных машин методом конечных элементов / Б.А. Гордеев [и др.] // Транспорт: наука, техника, управление. Изд.: ВИНТИ РАН. Москва. 2021. № 9. – С. 57-63.
5. Гордеев, Б.А. Оценка деформаций и напряжений сегмента конусообразной обечайки гидропоры / Б.А. Гордеев [и др.] // Машиностроение и инженерное образование. Изд.: ИМАШ им. А.А. Благонравова РАН. Москва. 2021. № 1-2 (66). – С. 3-12.
6. Гордеев Б.А. Влияние присоединенной массы рабочей жидкости в дроссельных каналах гидропоры на ее демпфирование/ Гордеев Б.А., Охулков С.Н., Иванов Е.Г., Осмехин А.Н, Титов Д.Ю., Плехов А.С./ Вестник машиностроения. – 2022. – №2. – С. 3-14.
7. Гордеев, Б.А. Физическая модель гидропоры с учётом присоединенной массы рабочей жидкости / Б.А. Гордеев [и др.] // Транспорт: наука, техника, управление. Изд. ВИНТИ РАН. Москва. 2021. № 7. – С. 19-28.
8. Войткунский, Я.И. Гидромеханика / Я.И. Войткунский, Ю.И. Фаддеев, К.К. Федяевский. – Л.: Судостроение, 1982. – 456 с., ил.

9. Овсянников, М.К. Основы гидромеханики / М.К. Овсянников, Е.Г. Орлова, П.С. Емельянов. – М.: «РКонсульт», 2003 151 с.

10. Ванягин, А. В. Построение амплитудно-частотных характеристик магнитоуправляемой гидроопоры с учетом присоединенной массы, зависящей от температуры / А.В. Ванягин [и др.] // Вестник машиностроения. 2020. №9. – С. 47-56.

11. A. V. Vanyagin, B. A. Gordeev, S. N. Okhulkov, D. Yu. Titov, and A. S. Plekhov. Amplitude–Frequency Characteristics of Magnetically Controlled Hydraulic Bearings with Added Mass / Russian Engineering Research, 2020, Vol. 40, No. 12, pp. 1003–1012. © Allerton Press, Inc., 2020.

12. Гордеев, Б.А. Влияние входного виброускорения широкополосной случайной вибрации на амплитудно-частотные характеристики гидроопор / Б.А. Гордеев [и др.] // Вестник машиностроения, 2019, № 6. – С. 22-27.

13. Gordeev B.A., Lyubimov A.K., Okhulkov S.N., Titov D.Y., Ermolaev A.I. Influence of Input Acceleration of Broad-Band Random Vibrations on the Amplitude–Frequency Characteristics of Hydraulic Bearings //(2019) Russian Engineering Research,39(9), pp.732-738.

14. Гордеев Б.А. Физическая модель магнитореологического трансформатора./ Гордеев Б.А., Охулков С.Н., Плехов А.С., Титов Д.Ю. // ПромИнжиниринг-2017. С. 201-205.

15. Гордеев Б.А., Охулков С.Н., Злобин П.А. Магнитореологический демпфер ударных нагрузок. // Труды X Всероссийской научной конференции «Нелинейные колебания механических систем»./Под редакцией Д.В. Баландина, В.И. Ерофеева, И.С.Павлова. Н. Новгород: Изд. «Наш дом», 2016.– С. 251-260.

16. Гордеев, Б.А. Численный расчёт жёсткости упругого блока обечайки гидроопор методом конечных элементов / Гордеев Б.А. [и др.] // Вестник научно-технического развития. – № 162, 2021 г. – С.22-35.

17. Попов Д. Н. Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем. М.: Машиностроение, 1976. 424 с.

18. Технологии создания и использование магнитореологических жидкостей для управляемых виброизоляторов: монография / Е. С. Беляев, А. И. Ермолаев, Е. Ю. Титов, С. Ф.Тумаков. Н. Новгород: НГТУ, 2017. 120 с.

Сведения об авторах

Гордеев Борис Александрович, доктор техн. наук, профессор, Главный научный сотрудник лаборатории волновой динамики и виброзащиты машин Института проблем машиностроения Российской академии наук (ИПМ РАН): профессор кафедры «Электрооборудования, электропривода и автоматики» НГТУ им. Р.Е. Алексева, Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Минина, д. 24

E-mail: gord349@mail.ru

Охулков Сергей Николаевич, кандидат физ.-мат. наук, старший научный сотрудник лаборатории волновой динамики и виброзащиты машин ИПМ РАН, доцент кафедры “Теоретическая и общая электротехника” НГТУ, Россия, 603024, г. Н. Новгород, ул. Белинского, д. 85

E-mail: oxulkovs@mail.ru

Ермолаев Артем Игоревич, кандидат технических наук, научный сотрудник лаборатории волновой динамики и виброзащиты машин ИПФ РАН, Россия, 603024, г. Н. Новгород, ул. Белинского, д. 85

E-mail: acidwolfvx@rambler.ru

Плехов Александр Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Информатики и автоматизации научных исследований», Институт технологий, механики и математики (ИТММ), ННГУ им. Н.И. Лобачевского, Россия, 603950, ГСП 1000, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23, корп. 6.

E-mail: aplehov@mail.ru

Титов Дмитрий Юрьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Электрооборудования, электропривода и автоматики» НГТУ им. Р.Е. Алексева, Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Минина, д. 24

E-mail: dm_titov@list.ru

Институт проблем машиностроения Российской академии наук (ИПМ РАН) - Россия, 603024, г. Н. Новгород, ул. Белинского, д. 85,

Тел.: (831) 432 - 23 - 56; факс (831) 432 - 23 - 40

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева (НГТУ им. Р.Е. Алексева) - Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Минина, д. 24,

Тел.: (831)436 - 17 – 68

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Россия, 603950, ГСП 1000, г. Н.Новгород, пр. Гагарина, д. 23, корп. 6.

Тел.: (831)465 - 97 – 26

ЭТИЧЕСКИЕ ПРАВИЛА ПУБЛИКАЦИЙ

ETHICAL RULES OF PUBLICATIONS

1. В настоящих правилах приведены общие принципы этики публикаций, которыми должны руководствоваться в своих взаимоотношениях участники процесса научных публикаций: авторы, рецензенты и редакторы.

2. Этика научных публикаций – это система норм профессионального поведения во взаимоотношениях авторов, рецензентов, редакторов, издателей в процессе создания, распространения и использования научных публикаций.

3. В своей деятельности редактор несет ответственность за обнародование авторских произведений, что накладывает необходимость следования следующим основополагающим принципам:

- При принятии решения о публикации редактор научного журнала руководствуется достоверностью представления данных и научной значимостью рассматриваемой работы.

- Редактор должен оценивать интеллектуальное содержание рукописей вне зависимости от пола, взглядов, гражданства, социального положения и предпочтений авторов.

- Неопубликованные данные, полученные из представленных к рассмотрению рукописей, не должны использоваться для личных целей или передаваться третьим лицам без письменного согласия автора. Информация или идеи, полученные в ходе редактирования и связанные с возможными преимуществами, должны сохраняться конфиденциальными, и не использоваться с целью получения личной выгоды.

- Редактор не должен допускать к публикации информацию, если имеется достаточно оснований полагать, что она является плагиатом.

4. Плагиат – умышленное присвоение авторства чужого произведения науки, чужих идей или изобретений. Плагиат может быть нарушением авторско-правового законодательства и патентного законодательства и в качестве такового может повлечь за собой юридическую ответственность.

5. Для исключения возможного плагиата редактор обязан проверить рукопись статьи с использованием специального программного обеспечения.

6. Редактор не должен оставлять без ответа претензии, касающиеся рассмотренных рукописей или опубликованных материалов, а также при выявлении конфликтной ситуации принимать все необходимые меры для восстановления нарушенных прав.

7. Рецензент осуществляет научную экспертизу авторских материалов, вследствие чего его действия должны носить непредвзятый характер, заключающийся в выполнении следующих принципов:

- Рукопись, полученная для рецензирования, должна рассматриваться как конфиденциальный документ, который нельзя передавать для ознакомления или обсуждения третьим лицам.

- Рецензент обязан давать объективную и аргументированную оценку изложенным результатам исследования. Персональная критика автора неприемлема.

- Неопубликованные данные, полученные из представленных к рассмотрению рукописей, не должны использоваться рецензентом для личных целей.

8. Автор (или коллектив авторов) несет первоначальную ответственность за новизну и достоверность результатов научного исследования, что предполагает соблюдение следующих принципов:

- Авторы статьи должны предоставлять достоверные результаты проведенных исследований. Заведомо ошибочные или сфальсифицированные утверждения неприемлемы.

- Авторы должны гарантировать, что результаты исследования, изложенные в предоставленной рукописи, полностью оригинальны. Заимствованные фрагменты или утверждения должны быть оформлены с обязательным указанием автора и первоисточника. Чрезмерные заимствования, а также плагиат в любых формах, включая неформальные цитаты, перефразирование или присвоение прав на результаты чужих исследований, неэтичны и неприемлемы.

- Необходимо признавать вклад всех лиц, так или иначе повлиявших на ход исследования, в частности, в статью должны быть представлены ссылки на работы, которые имели значение при проведении исследования.

- Авторы не должны предоставлять в журнал рукопись, которая была отправлена в другой журнал и находится на рассмотрении, а также статью, уже опубликованную в другом журнале.

- Соавторами статьи должны быть указаны все лица, внесшие существенный вклад в проведение исследования. Среди соавторов недопустимо указывать лиц, не участвовавших в исследовании и подготовке статьи.

- Если автор обнаружит существенные ошибки или неточности в статье на этапе ее рассмотрения или после ее опубликования, он должен как можно скорее уведомить об этом редакцию журнала.

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ THE INFORMATION FOR AUTORS

ПРАВИЛА

направления, опубликования и рецензирования научных статей

1. К рассмотрению принимаются рукописи, отражающие результаты оригинальных исследований. Содержание рукописи должно относиться к тематике журнала, соответствовать его научному уровню, обладать определенной новизной и представлять интерес для широкого круга читателей журнала.

2. Опубликованные материалы, а также рукописи, находящиеся на рассмотрении в других изданиях, к публикации не принимаются.

3. Редакционная коллегия, а также рецензенты принимают на себя обязательство ограничить круг лиц, имеющих доступ к присланной в редакцию рукописи.

4. Рукопись должна содержать постановку задачи, исследование, библиографические ссылки и выводы.

5. К рассмотрению принимаются рукописи объемом не более одного авторского листа (авторский лист содержит 40 тыс. знаков, включая пробелы). Статьи принимаются в распечатанном виде и по электронной почте.

6. **Рукопись статьи должна быть представлена в следующем составе и последовательности:**

- перед названием статьи должно быть указан индекс УДК;
- название статьи на русском языке, под ним – фамилия автора (авторов) с указанием учёной степени, звания, места работы или учёбы;

- название статьи на английском языке, под ним – в латинской транслитерации фамилия автора (авторов) и на английском языке указание учёной степени (например, Doctor (Tech.), Ph. D.(Econ.)), звания (например, Professor, Associate Professor), места работы или учёбы;

- ключевые слова на русском языке, под ними - ключевые слова на английском языке (не менее пяти слов) (курсивом);

- аннотация (краткий реферат) не более 10 строк на русском языке, под ней - аннотация на английском языке (курсивом);

- текст, напечатанный шрифтом Times New Roman, кегль 14, через полтора интервала, в одну колонку, с полями не менее 20 мм, с пронумерованными страницами, с указанием номеров рисунков, рисунками, подрисовочными подписями и необходимыми к ним пояснениями. **Все рисунки должны быть черно-белыми, без оттенков, четко выполненными.** Рукопись не должна содержать более 10 рисунков и 5 таблиц;

- список использованной литературы (библиография) - не менее десяти источников, желательно использование также зарубежных источников;

- сведения об авторах: фамилия, имя и отчество (полностью), ученая степень, звание, должность, место работы и (или) учебы (полностью), адрес учреждения (с почтовым индексом) (домашний адрес не указывается), контактные телефоны (в том числе мобильный), e-mail;

- подписи авторов с указанием даты отправки рукописи.

7. **Рукопись должна быть представлена также на электронном носителе** (в программе Microsoft Word, шрифт Times New Roman, кегль 14, междустрочный интервал 1,5, расположение в одну колонку).

Текст и каждый рисунок должны быть представлены отдельными файлами:

- текста статьи – в формате DOC или RTF, имя файла текста статьи должно состоять из фамилии первого автора в латинской транслитерации (например, Karpuhin.doc)

- рисунки – в одном из форматов: TIFF, JPEG, GIF, EPS. Имя файла каждого рисунка должно состоять из фамилии первого автора в латинской транслитерации, дополненного знаком «подчеркивание» и номером рисунка в статье (например, Karpuhin_1.tif; Karpuhin_2.tif и т.д.).

8. При написании математических формул, подготовке графиков, диаграмм, блок-схем не допускается применение размеров шрифтов менее № 8 (за исключением индексов). Таблицы, рисунки и формулы являются частью текста и должны допускать электронное редактирование. Сложные математические формулы должны быть представлены как встроенные в Word объекты Microsoft Equation (Math Type).

9. Ссылки на литературу даются в порядке упоминания; в тексте номер ссылки ставится в квадратные скобки. Список использованных источников приводится в конце рукописи под заглавием «Литература». Библиографические описания в этом списке литературы оформляются в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.

10. **К рукописи статьи прилагается экспертное заключение** о возможности публикации статьи в открытой печати, заверенное подписью и печатью.

11. Издание осуществляет рецензирование и проверку на антиплагиат всех поступающих в редакцию материалов с целью их экспертной оценки. Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов. К рецензированию могут привлекаться члены Редакционной коллегии.

12. Редакция издания направляет авторам представленных материалов копии рецензий или мотивированный отказ, а также обязуется направлять копии рецензий в Министерство образования и науки Российской Федерации при поступлении в редакцию сборника соответствующего запроса.

Рукописи, не соответствующие указанным требованиям, редакцией не рассматриваются.

13. Все публикации в сборнике бесплатные. Авторские экземпляры научных сборников заказываются за плату.

14. Полные тексты статей сборника публикуются с отставанием на 12 мес. с момента выхода из печати и находятся в свободном доступе на сайте ВИНТИ РАН (Раздел «Издания и продукты»). – URL: <http://www.viniti.ru/products/publications/pub-12187#issues>.

15. Полное содержание журнала и метаданные статей (по мере выхода) находятся в свободном доступе на сайте НЭБ. – URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1367223>