

## ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Учредитель ООО "Научно-техническое издательство  
"Инновационное машиностроение"

Главный редактор **И. Ф. ГУМЕРОВ**, канд. техн. наук,  
заместитель генерального директора ПАО "КАМАЗ" —  
директор по развитию

Заместитель главного редактора **А. С. САВЧЕНКО**

### Редакционный совет

**В. С. Антипенко**,  
д-р техн. наук, проф.  
**Е. В. Балакина**,  
д-р техн. наук, проф.  
**Д. Х. Валеев**,  
д-р техн. наук  
**Ю. Э. Васильев**,  
д-р техн. наук, проф.  
**С. М. Гайдар**,  
д-р техн. наук, проф.  
**Л. В. Грехов**,  
д-р техн. наук, проф.  
**В. А. Зорин**,  
д-р техн. наук, проф.  
**М. Ю. Карелина**,  
д-р техн. наук, проф.  
**Н. Т. Катанаев**,  
д-р техн. наук, проф.  
**В. Н. Козловский**,  
д-р техн. наук, проф.  
**В. В. Комаров**,  
канд. техн. наук  
**А. В. Кочетков**,  
д-р техн. наук, проф.

**Е. Г. Макаров**,  
канд. техн. наук  
**В. А. Марков**,  
д-р техн. наук, проф.  
**Л. Б. Миروتин**,  
д-р техн. наук, проф.  
**А. Н. Новиков**,  
д-р техн. наук, проф.  
**А. Н. Ременцов**,  
д-р пед. наук, проф.  
**О. Н. Румянцев**,  
генеральный директор  
ООО "Издательство  
"Инновационное  
машиностроение"  
**А. Ф. Синельников**,  
канд. техн. наук, проф.  
**А. А. Солнце**,  
д-р техн. наук, проф.  
**В. С. Устименко**,  
канд. техн. наук  
**Х. А. Фасхиев**,  
д-р техн. наук, проф.  
**Н. Д. Чайнов**,  
д-р техн. наук, проф.

### Корпункт:

Я. Е. Карповский (г. Минск)

### Адрес редакции:

107076, Москва, Колодезный пер., дом 2-а, стр. 12  
Тел. (499) 269-48-96  
E-mail: [gruzovik@mashin.ru](mailto:gruzovik@mashin.ru); [gruzovik.mashin@gmail.com](mailto:gruzovik.mashin@gmail.com),  
<http://www.mashin.ru>

### Адрес издательства:

107076, Москва, Колодезный пер., дом 2-а, стр. 2  
Тел. (495) 661-03-36

Журнал зарегистрирован Федеральной службой  
по надзору в сфере связи, информационных технологий  
и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).  
Регистрационный номер ПИ № ФС 77-63955  
от 09.12.2015 г.

### Подписной индекс:

по объединенному каталогу  
"Пресса России" 39799

ООО «Издательство «Инновационное машиностроение»,  
"Грузовик", 2021

Перепечатка материалов из журнала «Грузовик» возможна при  
обязательном письменном согласовании с редакцией журнала. При  
перепечатке материалов ссылка на журнал «Грузовик» обязательна.  
За содержание рекламных материалов ответственность несет  
рекламодатель.

## В НОМЕРЕ:

### Конструкция

- 3** Якунов Д. М., Дебелов В. В., Козловский В. Н.,  
Зятров А. В. Актуальные проблемы и направ-  
ления развития электротехнических накопи-  
телей энергии на автомобилях с электротехно-  
логиями

### Исследования. Расчет

- 8** Ковальчук Л. И., Бураковская М. В., Четкин-  
на А. А. Алгоритм построения регрессионных  
моделей для описания универсальных харак-  
теристик автотракторных дизелей

### Эксплуатация. Ремонт

- 12** Бураковская М. В., Ковальчук Л. И., Четкин-  
на А. А. Метод построения эталонных моде-  
лей для функционального диагностирования  
автотракторных дизелей

- 16** Галяткин Д. В., Егоров В. А., Муравкина Г. Ш.  
Определение и расчет количественных значе-  
ний параметров комплексного критерия для  
принятия решений о виде ремонта кузовной  
детали автомобиля

### Городской пассажирский наземный транспорт

- 28** Кудряшов М. А., Мороз Д. Г., Прокопенков А. В.  
Активизация роли населения в общественном  
контроле и управлении зеленой мобильностью  
наземного городского пассажирского транс-  
порта и ее инфраструктурой

### Практика

- 35** Банкет М. В., Шаповал Д. В., Войтен-  
ков С. С. Экономическая оценка использо-  
вания природного газа на коммерческом авто-  
мобильном транспорте при перевозке хлеба  
в Омске

### Безопасность

- 43** Чернова Г. А., Попов А. В. Оценка обеспечения  
безопасности перевозки пассажиров в процессе  
конкурсного отбора перевозчиков



## SCIENTIFIC-TECHNICAL AND INDUSTRIAL MAGAZINE

Founder JSC Scientific and Technical Publishing House  
"Innovative Engineering"

Editor-in-Chief I. F. GUMEROV, cand. techn. s.,  
deputy general director JSC "KAMAZ" —  
director of development

Deputy Editor-in-Chief A. S. SAVCHENKO

### Editorial council

V. S. Antipenko,

dr. en. s., prof.

E. V. Balakina,

dr. en. s., prof.

D. H. Valeev,

dr. en. s.

Ju. E. Vasilyev,

dr. en. s., prof.

S. M. Gaidar,

dr. en. s., prof.

L. V. Grekhov,

dr. en. s., prof.

V. A. Zorin,

dr. en. s., prof.

M. Ju. Karelina,

dr. en. s., prof.

N. T. Katanaev,

dr. en. s., prof.

V. N. Kozlovsky,

dr. en. s., prof.

V. V. Komarov,

cand. techn. s.

A. V. Kochetkov,

dr. en. s., prof.

E. G. Makarov

cand. techn. s.

V. A. Markov,

dr. en. s., prof.

L. B. Mirotin,

dr. en. s., prof.

A. N. Novikov,

dr. en. s., prof.

A. N. Rementsov,

dr. hab. phd in en. s.

O. N. Rumyantseva,  
gen. dir. JSC "Publisher  
"Innovative Engineering"

A. F. Sinelnikov,

cand. techn. s., prof.

A. A. Solntsev,

dr. en. s., prof.

V. S. Ustymenko,

cand. techn. s.

J. A. Faskhiyev,

dr. en. s., prof.

N. D. Chaynov,

dr. en. s., prof.

### Correspondent's office:

Ya. E. Karpovsky (Minsk)

### Address of the editorial office:

107076, Moscow, Kolodezny Lane, house 2-a, str. 12

Ph. (499) 269-48-96

E-mail: [gruzovik@mashin.ru](mailto:gruzovik@mashin.ru); [gruzovik.mashin@gmail.com](mailto:gruzovik.mashin@gmail.com);

<http://www.mashin.ru>

### Address of publishing house:

107076, Kolodezny Lane, house 2-a, str. 2

Ph. (495) 661-03-36

The magazine is registered by the Federal Service for  
Supervision of Communications,  
Information Technology and Mass Communications  
(Roskomnadzor).

Registration number PI number FS77.-63955  
on December 9, 2015

### Subscription index:

according to the integrated catalog

"Press of Russia" 39799

JSC Innovatsionnoye mashinostroyeniye Publishing House,  
"Truck", 2021



## CONTENTS:

### Design

- 3 Yakunov D. M., Debelov V. V., Kozlovsky V. N.,  
Zayatrov A. V. Actual problems and development  
of electrical energy storage in vehicles with  
electrical technologies

### Research. Calculation

- 8 Kovalchuk L. I., Burakovskaya M. V.,  
Chechetkina A. A. Algorithm for constructing  
regression models for describing the universal  
characteristics of automotive diesel engines

### Operation. Repair

- 12 Burakovskaya M. V., Kovalchuk L. I.,  
Chechetkina A. A. Method for building reference  
models for functional diagnosis of automotive  
diesels
- 16 Galyatkin D. V., Egorov V. A., Muravkina G. S.  
Determination and calculation of quantitative  
values of the parameters of a complex criterion for  
making decisions about the type of repair of a car  
body part

### Urban passenger land transport

- 28 Kudryashov M. A., Moroz D. G., Prokopenkov A. V.  
Activation of the population role in public control  
and management of green mobility of land urban  
passenger transport and its infrastructure

### Practika

- 35 Banket M. V., Dmitry V. S., Voitenkov S. S.  
Economic assessment of the use of natural  
gas on commercial automobile transport when  
transporting bread in Omsk

### Safety

- 43 Chernova G. A., Popov A. V. Assessment of ensuring  
the safety of passenger transportation in the process  
of competitive selection of carriers

УДК 629.331

DOI: 10.36652/1684-1298-2021-12-3-7

Д. М. Якунов, В. В. Дебелов, канд. техн. наук, ФГУП НАМИ, г. Москва,  
В. Н. Козловский, д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО "СамГТУ", г. Самара,  
А. В. Заятров, ФГБОУ ВО "ТГУ", г. Тольятти  
E-mail: kozlovskiy-76@mail.ru

## АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ НА АВТОМОБИЛЯХ С ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯМИ

*В работе представлены результаты научно-технического анализа наиболее актуальных проблем развития электротехнических накопителей энергии на автомобильном транспорте с электротехнологиями.*

**Ключевые слова:** автомобиль, электротехнический комплекс, аккумуляторная батарея.

*The paper presents the results of a scientific and technical analysis of the most pressing problems of the development of electrical energy storage devices in road transport with electrical technologies.*

**Keywords:** car, electrical complex, accumulator battery.

*Ссылка для цитирования*

Якунов Д. М., Дебелов В. В., Козловский В. Н., Заятров А. В. Актуальные проблемы и направления развития электротехнических накопителей энергии на автомобилях с электротехнологиями // Журнал "Грузовик", 2021. № 12. С. 3—7.

*Link for citation*

Yakunov D. M., Debelov V. V., Kozlovsky V. N., Zayatrov A. V. Actual problems and development of electrical energy storage in vehicles with electrical technologies // Journal "Truck", 2021. No. 12. P. 3—7.

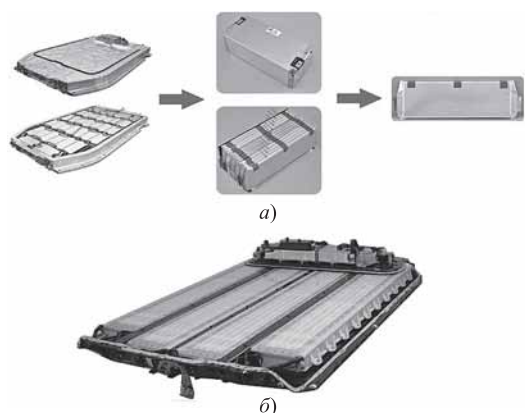
Снижение массы автомобилей на электротехнологиях (электромобили и автомобили с комбинированными силовыми установками) это одна из центральных задач, которая стоит перед разработчиками современной автомобильной техники. Учитывая существенное влияние электротехнического накопителя энергии (ЭНЭ) на массу автомобиля производители заинтересованы в оптимизации массогабаритных показателей для достижения максимальных удельных характеристик аккумуляторной батареи. Одним из важных критериев оценки является соотношение массы аккумуляторов к массе батареи в сборе. По этому показателю Tesla 3 LR превосходит конкурентов, масса аккумуляторов составляет 65 % от массы батареи [1, 2]. Такой высокий показатель достигнут, потому что используются цилиндрические аккумуляторы, которые имеют металлическую оболочку. Отказ от жестких металлических модулей позволяет избавиться от лишней массы. О разработке безмодульных батарей на пакетных

аккумуляторах (рис. 1) заявляют несколько крупных компаний-производителей литий-ионных аккумуляторных батарей (ЛИАБ).

Кроме этого, произошел переход от литий-ионных аккумуляторов небольшой емкости 10—40 А·ч к более емким. На современных транспортных средствах (ТС) на электротяге, кроме Tesla, применяется ЛИА емкостью 60 А·ч и более, что также позволяет понизить массу ЭПЭ (см. таблицу).

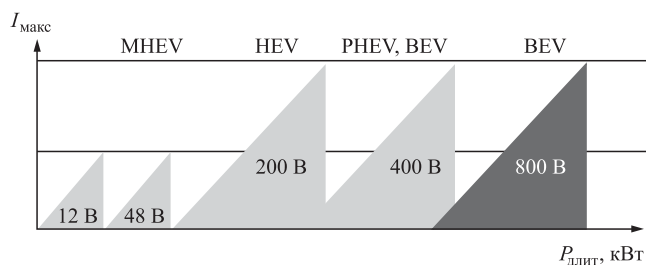
Дальнейшим путем развития ЭПЭ является переход на 800-вольтовую архитектуру. Первым таким автомобилем стало спортивное купе Rimac C\_Two, производимое маленькими партиями. В 2020 г. начался серийный выпуск Porsche Taycan, вслед за которым на новую архитектуру передут все остальные электромобили Porsche. Повышение напряжения способствует сокращению времени зарядки и повышает КПД относительно 400-вольтовых систем (рис. 2). По данным Porsche Engineering, в следующем поколении электромобилей с 800-вольтовой архитектурой зарядка ЭПЭ

# КОНСТРУКЦИЯ



**Рис. 1. ЛИАБ Jaguar I-Pace и Tesla 3 LR:**

*a* — модульная конструкция ЛИАБ Jaguar I-Pace; *б* — без-модульная конструкция ЛИАБ Tesla 3 LR



**Рис. 2. Мощность зарядки для разных архитектур**

в течение 15 мин, время, эквивалентное заправке бензинового ТС, позволит запасти энергию на 400 км движения по циклу NEDC. Для обеспечения высокой мощности зарядки потребуются новое поколение зарядных станций, имеющих в своем составе собственную ЭПЭ. Мощность таких зарядных станций составит от 250 до 320 кВт при напряжении постоянного тока до 920 В [3, 4].

Дальнейшие тенденции научно-технического развития ЭПЭ до 2030 г. С момента открытия первого ХИТ и начала коммерциализации литий-ионной технологии произошло большое количество инноваций в области источников накопления электрической энергии, которые в разной степени привели к созданию более совершенных ХИТ. Большая часть открытий связана с материалами компонентов электродов и прогрессом в области инженерии. Важнейшей тенденцией развития ЭПЭ для применения на ТС является неуклонное увеличение их энергоемкости при общем снижении стоимости одного киловатт-часа накопленной энергии.

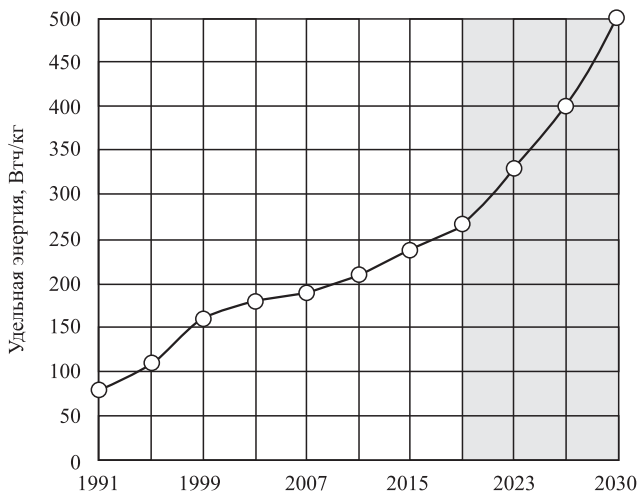
На рис. 3 представлен график увеличения удельной плотности энергии до 2030 г. На 2021 г. известно о нескольких компаниях, достигших значений на уровне 300 Вт·ч/кг для NCM аккумуляторов. При таких темпах развития электрохимии есть основания полагать, что через 10 лет удельная плотность энергии ХИТ достигнет значений в 500 Вт·ч/кг.

В течение следующих 3–5 лет основное направление развития ЭПЭ будет сосредоточено на совершенствовании текущих разработок ЛИА, а именно развитии электрохимии катодных материалов NCM, NCA и LFP.

В ближайшей перспективе наибольший потенциал развития ЛИА находится у электрохимии NCM. Основные усилия в разработке которой направлены на увеличение удельных характеристик и снижение стоимости. Происходит это за счет увеличения количественного содержания никеля и снижения содержания кобальта в катодном материале в каждом следующем поколении катодов, например, NCM 433 ( $\text{Li}_{1+x}(\text{Ni}_{0,4}\text{Co}_{0,3}\text{Mn}_{0,3})_{1-x}\text{O}_2$ ), NCM 532 ( $\text{Li}_{1+x}(\text{Ni}_{0,5}\text{Co}_{0,2}\text{Mn}_{0,3})_{1-x}\text{O}_2$ ), NCM 622 ( $\text{Li}_{1+x}(\text{Ni}_{0,6}\text{Co}_{0,2}\text{Mn}_{0,2})_{1-x}\text{O}_2$ ) или новейшие NCM 721 ( $\text{Li}_{1+x}(\text{Ni}_{0,7}\text{Co}_{0,1}\text{Mn}_{0,2})_{1-x}\text{O}_2$ ) и NCM 811

## Сравнение характеристик электромобилей

Параметр	Jaguar I-Pace	Tesla 3 LR	Kia Niro EV	Porsche Taycan
Энергоемкость, кВт·ч	94,2	74,9	64	93,4
Форм-фактор	Пакет	Цилиндр	Пакет	Пакет
Формула соединения	108s4p	96s46p	98s3p	198s2p
Номинальное напряжение, В	389	355	353	723
Удельная энергоемкость батареи, Вт·ч/кг	156	160	140	148
Вес батареи, кг	603	469	455	633
Емкость аккумулятора, А·ч	60	4,6	63,4	64,6
Удельная энергоемкость аккумулятора, Вт·ч/кг	267	247	255	264
Вес аккумулятор, кг	0,82	0,069	0,89	0,89
Отношение веса аккумулятора/батарея, %	58	65	57	56



**Рис. 3. Прогноз увеличения удельной плотности энергии**

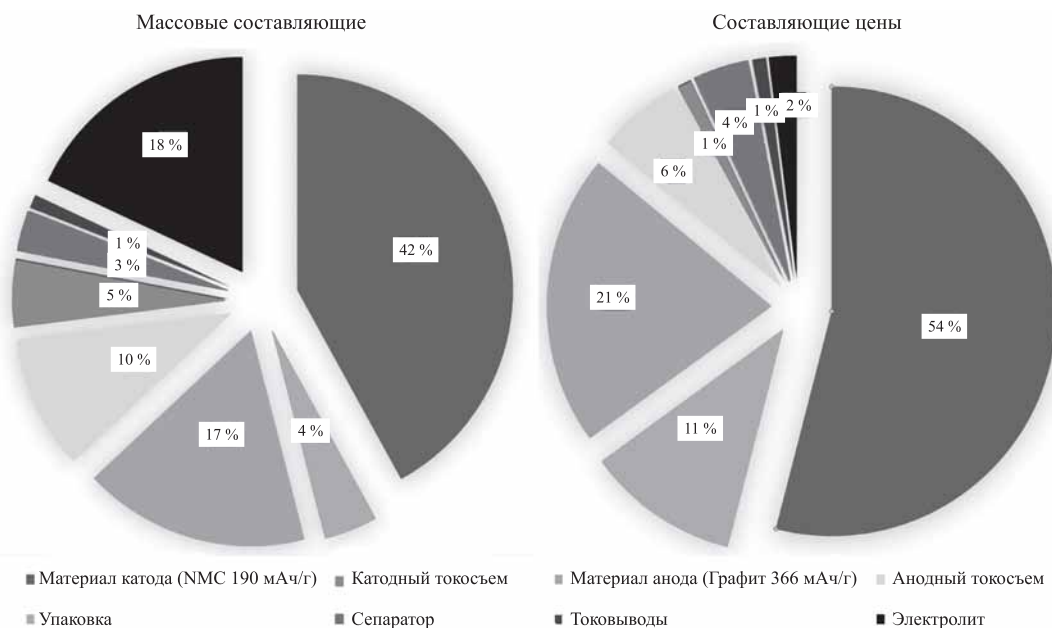
( $\text{Li}_{1+x}(\text{Ni}_{0,8}\text{Co}_{0,1}\text{Mn}_{0,1})_{1-x}\text{O}_2$ ). Больше содержание никеля способствует увеличению удельной энергоёмкости, а учитывающая стоимость кобальта, которая выше стоимости никеля в несколько раз, тенденция по его снижению в составе катодного материала вполне очевидна. Массовая составляющая и составляющая стоимости в NCM (190 мАч/кг) аккумуляторов по данным НТЦ Автономной энергетики Института арктических технологий МФТИ показаны на рис. 4.

По оценке CRU group в ЛИА с катодом из NCM811 содержится примерно 70 г кобальта на один киловатт-час запасенной энергии, что более чем в 2 раза меньше по сравнению со 150 г для NCM 532 или 170 г для NCM 622. В пересчете на

ЛИАБ Kia Niro BEV/Hyundai Kona Electric емкостью 64 кВт·ч — это эквивалентно содержанию кобальта в 4,2 кг, 9,6 кг и 10,9 кг соответственно.

Текущие разработки приводят ученых к последующему поиску решения проблем с электрохимической стабильностью катодных материалов с высоким содержанием никеля. Об определенных успехах заявили корейские LG Chem, SK innovation, японская AESC и китайская CATL, которые приступили к массовому производству ЛИА на базе катодного материала NCM811, который обладает на 30 % лучшими характеристиками по сравнению с NCM622, что в пересчете на ЛИА будет составлять порядка 300 Вт·ч/кг удельной плотности энергии на аккумулятор. В 2019 г. SK innovation заявила о создании ЛИА на электрохимии  $\text{NCM}^{9\frac{1}{2}1\frac{1}{2}}$ , в катоде которого кобальта будет не более 5 % от общей массы, что потенциально может опустить планку стоимости ЛИА ниже 100 долл. США за один киловатт-час запасенной энергии при удельной плотности энергии более 300 Вт·ч/кг. Точные характеристики и цены будут объявлены ближе к началу массового производства, запланированного на 2022 г.

Электрохимия NCA, в которой процентное содержание никеля уже достигло 80 % от общей массы катода, имеет ограниченный потенциал для последующего развития. Потенциальные удельные характеристики находятся на очень высоком уровне и последующие изменения не смогут привести к большому росту удельных характеристик. Кроме этого, вопрос безопасности, связанный с низкой температурой "теплового разгона", остается не ре-



**Рис. 4. Массовые составляющие и составляющие цены NCM (190 мАч/кг) аккумуляторов**

шенным и встанет еще более остро при дальнейшем увеличении никеля и снижении количества стабилизирующего кобальта. В целом электрохимии NCM и NCA схожи и не исключено, что в скором времени появится гибрид электрохимий, объединяющий их преимущества. О разработке и начале коммерческого производства в 2022 г. аккумуляторов с катодом из никель-марганец-кобальт-алюминия (NCMA) заявляют несколько мировых лидеров по производству ЛИА.

Другим направлением является развитие и создание новых типов электрохимии без содержания кобальта. Прежде всего, ожидается начало массового производства ЛИА с катодами из литий-железо-марганец-фосфата (LFMP), обладая высокими удельными характеристиками не менее 200 Вт·ч/кг, они будут превосходить большинство производимых сегодня ЛИА, по таким параметрам как безопасность и цена, поскольку не содержат в своем составе дорогостоящих материалов. О создании LFMP аккумуляторов уже заявляли несколько китайских компаний. В России исследования в области синтеза LFMP катодного материала и его производством в небольших объемах занимается ООО "Рустор" — стартап, созданный в 2017 г. на базе Сколковского института науки и технологии.

Параллельно электрохимии LFMP возможно появление ЛИА с разновидностями литий-металлических катодов, возможными вариантами могут быть электрохимии: литий-марганец-фосфат (LMP), литий-никель-фосфат (LNPO<sub>4</sub>), литий-никель-марганец-фосфат (LNMFP) и литий-никель-марганец (LNMO). Для создания этих видов ЛИА потребуется разработка новых высоковольтных электролитов, способных работать на напряжении до 5 В, и решение проблем, связанных с особенностями каждого типа электрохимии.

Актуальным вопросом в ближайшие годы будет являться возможность перехода на альтернативные типы аккумуляторов, в которых литий можно было бы заменить другими металлами, не потеряв и даже улучшив основные характеристики. Перспективным кандидатом на замену литий-ионных аккумуляторов являются натрий-ионные. Принцип работы натрий-ионных аккумуляторов (НИА) аналогичен литий-ионным, при этом они обладают сопоставимыми энергетическими характеристиками, а в их составе отсутствуют редкие и дорогие металлы, что положительно сказывается на их стоимости, которая может быть ниже в два и более раз. На сегодняшний день созданные образцы НИА не могут конкурировать с ЛИА по скорости заряда, запасенной емкости и ресурсу. Но нужно учесть, что технология НИА еще находится в стадии разработки. В настоящее время ученые

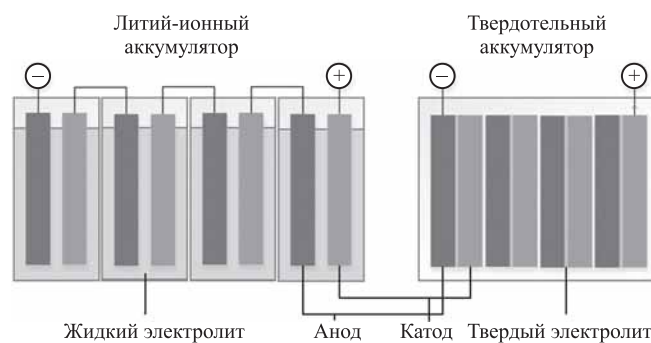
сосредоточились над увеличением удельных характеристик и срока службы, путем подбора оптимальной конструкции электродов и электролита. Большой прорыв совершили сотрудники кафедры электрохимии МГУ, работающие в этом направлении. Они синтезировали электродный материал с рекордными характеристиками для подобных материалов. Не исключено, что в обозримом будущем удастся устранить текущие недостатки НИА и запустить коммерческое производство в России.

Следующим шагом развития аккумуляторов в период 10–15 лет станут так называемые твердотельные технологии. Постепенно будет происходить переход от уже ставших традиционными ЛИА с жидким/гелевым электролитом к твердотельным аккумуляторам, принципиальное отличие которых будет заключаться не только в твердых электродах, но и в твердом электролите (рис. 5). На первом этапе планируется использование текущих электродных материалов с твердополимерными электролитами. В дальнейшем катоды будут изготавливаться из металл-фосфатов и литий-серы, аноды из твердого лития и кремниевых сплавов, а в качестве сепаратора будут применены полимерные мембраны и твердые керамические электролиты. Данные материалы и решения позволят добиться существенных изменений в удельных характеристиках и сделать аккумуляторы абсолютно безопасными.

Новая технология обеспечит превосходство в запасенной энергии по сравнению с традиционными ЛИА более чем в два раза и оценивается в 500 Вт·ч/кг для аккумулятора к 2030 г.

Мировые автопроизводители, такие как Volkswagen Group, Toyota Motor Corporation, Daimler AG, Hyundai Motor Company, BMW AG, Honda Motor Company, понимая потенциал разработок в этой области, инвестируют в исследования и разработку твердотельных аккумуляторов.

Корпорация Toyota одна из первых заявила о работе в направлении твердотельных аккумуляторов, опубликовав в 2016 г. научную статью, в которой



**Рис. 5. Конструкция традиционного ЛИА и твердотельного аккумулятора**



описывается эксперимент с сульфидными сверх-ионными проводниками. Toyota также опередила своих конкурентов, разработав первой ТС на твердотельных аккумуляторах. Им стала автономная беспилотная платформа e-Palette, которую были представили во время Олимпиады в 2021 г. Серийно беспилотный шаттл от Toyota начнет выпускаться с 2025 г. Первым серийным электробусом станет следующее поколение электробуса eCitaro G от Mercedes-Benz. Производитель электробусов предложил покупателям самим сделать выбор между двумя типами батарей на NCM аккумуляторах или батареи на твердотельных аккумуляторах. Согласно спецификации энергоемкость батареи на твердотельных аккумуляторах на 27 % выше, чем батареи на NCM аккумуляторах 504 кВт·ч против 396 кВт·ч соответственно (рис. 6). Начало производства запланировано на этот год.

Без сомнения, через 10—15 лет или даже раньше все следующие поколения электробусов будут использовать тяговые батареи на основе твердотельных аккумуляторов.

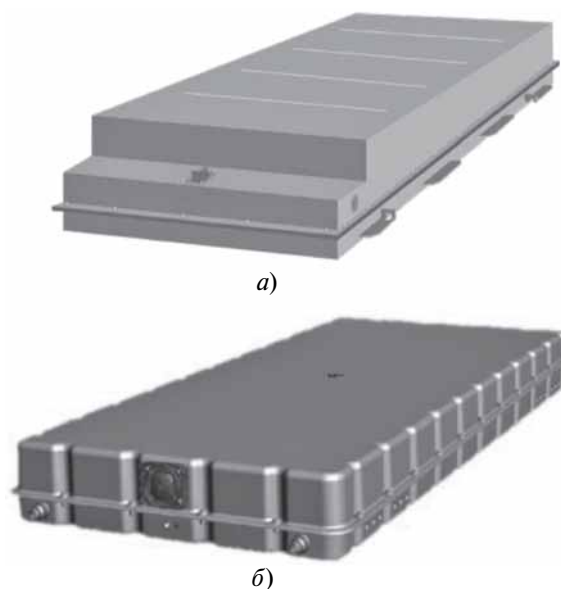
В России ведутся исследования в этой области, дальше всех продвинулись ученые из НТЦ Автономной энергетики Института арктических технологий МФТИ, которые создали образцы твердотельных аккумуляторов ЛТП-10А емкостью 10 А·ч с удельной плотностью энергии на уровне 130 Вт·ч/кг. Эти образцы созданы на основе существующих катодных материалов и твердополимерного электролита, поэтому не лишены недостатков. Дальнейшие исследования в этой области должны нивелировать текущие проблемы.

Таким образом, ЛИА обладают наивысшей плотностью энергии и одной из самых высоких плотностей мощности среди доступных аккумуляторов. Благодаря высокой производительности и хорошим удельным характеристикам они являются основными источниками накопления энергии в транспортных средствах на электротяге.

Увеличение объема мирового автопарка ТС на электротехнологиях потребует строительства соответствующей инфраструктуры. При разработке инфраструктуры следует учитывать переход на 800-вольтовую архитектуру.

Российские ученые активно работают в области исследования и создания новых электрохимических материалов ЛИА, которые уже находятся на общемировом уровне. Для обеспечения конкурентной цены на ЛИА, производимых в России, потребуется строительство современных фабрик, способных производить несколько ГВт·ч/год.

При разработке ЭПЭ современного коммерческого транспорта на электротяге следует учитывать тенденции рынка ЛИА. Благодаря бурному развитию литий-



**Рис. 6. Варианты аккумуляторных батарей Mercedes-Benz eCitaro G:**

*a* — твердотельная батарея; *б* — NCM батарея

ионных технологий NCM и LFP батареи вытесняют с рынка коммерческого транспорта традиционно используемые ЛТО аккумуляторные батареи. Происходит это по причине увеличения эксплуатационных характеристик и экономической целесообразности использования современных NCM/LFP аккумуляторов.

Если рассматривать все перечисленные технологии литий-ионных аккумуляторов, то безусловно можно сказать, что твердотельные технологии являются прорывом в области накопления и хранения энергии и после начала коммерческого освоения начнут использоваться в ТС на электротехнологиях повсеместно.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Козловский В. Н., Антипов Д. В., Заятров А. В. Методология анализа и прогнозирования качества автомобилей в эксплуатации // Актуальные проблемы экономики. — 2016. — Т. 186. — № 12. — С. 387—398.
2. Козловский В. Н., Строганов В., Клейменов С. Комплексная оценка удовлетворенности потребителей качеством автомобилей // Стандарты и качество. — 2013. — № 5. — С. 94—98.
3. Комплекс электронных систем управления движением легкового автомобиля с комбинированной силовой установкой. Часть 1 / В. Н. Козловский, В. И. Строганов, В. В. Дебелов, М. А. Пьянов // Электротехнические и информационные комплексы и системы. — 2014. — Т. 10. — № 1. — С. 40—49.
4. Комплекс электронных систем управления движением легкового автомобиля с комбинированной силовой установкой. Часть 2 / В. Н. Козловский, В. И. Строганов, В. В. Дебелов, М. А. Пьянов // Электротехнические и информационные комплексы и системы. — 2014. — Т. 10. — № 2. — С. 19—28.

**Л. И. Ковальчук**, д-р техн. наук, профессор, e-mail: bgarf1988@inbox.ru,

**М. В. Бураковская**, канд. техн. наук, e-mail: bgarf1988@inbox.ru,

**А. А. Чечеткина**, канд. техн. наук, e-mail: andreanna2007@mail.ru,

ФГБОУ ВО "Калининградский государственный технический университет", г. Калининград

## АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОПИСАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

*В статье предложен алгоритм построения регрессионных моделей, позволяющий описать закономерности измерения параметров автотракторных дизелей в поле возможных режимов работы. При этом появляется возможность определять показатели рабочего процесса ДВС в поле длительных режимов, не прибегая к интерполяции.*

**Ключевые слова:** универсальная характеристика, уравнение регрессии, алгоритм, расчет параметров.

*The article proposes an algorithm for constructing regression models that allows to describe the regularities of measuring the parameters of automotive diesel engines in the field of possible operating modes. In this case, it becomes possible to determine the indicators of the ICE working process in the field of continuous modes without resorting to interpolation.*

**Keywords:** universal characteristic, regression equation, algorithm, calculation of parameters.

### Ссылка для цитирования

**Ковальчук Л. И., Бураковская М. В., Чечеткина А. А.** Алгоритм построения регрессионных моделей для описания универсальных характеристик автотракторных дизелей // Журнал "Грузовик", 2021. № 12. С. 8—11.

### Link for citation

**Kovalchuk L. I., Burakovskaya M. V., Chechetkina A. A.** Algorithm for constructing regression models for describing the universal characteristics of automotive diesel engines // Journal "Truck", 2021. No. 12. P. 8—11.

Как известно, универсальные характеристики дают наиболее полную информацию о закономерностях изменения показателей ДВС в поле возможных режимов работы. В последующем под полем возможных режимов работы ДВС понимается часть координатной плоскости  $N_e - n$  (эффективная мощность — частота вращения коленчатого вала), ограниченная слева вертикалью  $n_{\min} = \text{const}$ , справа — вертикалью  $n_H = \text{const}$ ; сверху — внешней характеристикой номинальной мощности; снизу — координатной осью  $n$ . Ограниченное таким образом поле включает всю совокупность режимов, определяющих способность нового двигателя вырабатывать механическую энергию. Положение его границ определяется только свойствами конкретного двигателя и не

зависит от свойств потребителя механической энергии.

Первичная информация о свойствах поля возможных режимов работы может быть получена посредством стендовых испытаний нового двигателя по серии нагрузочных или скоростных характеристик [1, 2]. Результаты этих испытаний принято представлять в виде таблиц или графиков. Эти способы позволяют выявить закономерности изменения показателей работы двигателя только на тех характеристиках, на которых были проведены стендовые испытания [3, 4]. Для оценки закономерностей изменения показателей ДВС на других характеристиках обычно используют интерполяцию. В связи с этим ниже предлагается алгоритм построения регрессионных моделей,



позволяющих выявить закономерности изменения показателей ДВС на режимах произвольной характеристики, не прибегая к интерполяции. Процесс построения регрессионных моделей состоит из двух этапов.

На первом из них поле возможных режимов работы нового двигателя разбивается изопараметрическими линиями на ряд конечных полос. Практически этот шаг реализуется посредством испытаний нового двигателя на стенде по серии нагрузочных характеристик. На их основе строится "каркас" поверхности, каждая линия которой соответствует условию  $n_H = \text{const}$ .

На втором этапе построения уравнения регрессии определяют функции, которыми могут быть аппроксимированы каждая из нагрузочных характеристик. Анализ результатов стендовых испытаний автотракторных дизелей показывает, что закономерности изменения показателей их работы по нагрузочным характеристикам могут быть аппроксимированы полиномами первого порядка:

$$a_{20} = x_1(n_0) + x_2(n_0)a_{10}, \quad (1)$$

или второго порядка

$$a_{20} = x_1(n_0) + x_2(n_0)a_{10} + x_3(n_0)a_{10}^2, \quad (2)$$

где  $a_{20}$  и  $a_{10}$  — соответственно безразмерные значения входного и выходного определяющих параметров;  $x_1(n_0)$ ,  $x_2(n_0)$ ,  $x_3(n_0)$  — зависимости определяемых параметров от частоты вращения коленчатого вала двигателя, посредством которых конечные полосы объединяются в единую поверхность.

С учетом изложенного, если исходная информация о поле возможных режимов работы конкретного двигателя задана в виде результатов его испытаний по серии нагрузочных характеристик, то параметры моделей типа (1) или (2) определяются по нижеследующему алгоритму [5].

1. Выполняется переход от абсолютных значений определяющих параметров  $a_i$  к относительным  $a_{i0}$  по соотношениям

$$a_{10} = \frac{a_1}{a_{1H}}; a_{20} = \frac{a_2}{a_{2H}}; a_{30} = \frac{a_3}{a_{3H}}, \dots, a_{i0} = \frac{a_i}{a_{iH}},$$

где  $a_{i0}$ ,  $a_i$ ,  $a_{iH}$  — относительное, текущее и нормирующие значения определяющих параметров.

Этот прием позволяет исключить из рассмотрения вопрос о размерностях определяющих параметров и повысить устойчивость последующих вычислительных операций, так как значения относительных параметров выражаются числами одного порядка.

2. На основе графического представления результатов испытаний двигателя устанавливаются наличие закономерных связей между определяющими параметрами по каждой нагрузочной характеристике.

3. Выбирают явный вид зависимостей, которыми могут быть аппроксимированы закономерности изменения определяющих параметров по каждой нагрузочной характеристике. Явный вид аппроксимирующих зависимостей позволяет выявить закономерности изменения определяемых параметров  $x_i(n_0)$  при переходе от одной характеристики к другой и выбрать явный вид функций, которыми могут быть аппроксимированы эти закономерности.

4. Подстановкой  $x_i(n_0)$  в уравнения (1) или (2) конечные поверхностные полосы объединяются в поверхность, включающую множество численных значений определяющих параметров.

Применим описанный алгоритм построения регрессионных моделей для описания универсальной характеристики дизеля DEUTZ BF06M1013FC (6Ч10,8/13). Для чего используем результаты стендовых испытаний нового двигателя по серии нагрузочных характеристик. В качестве определяющих параметров примем:

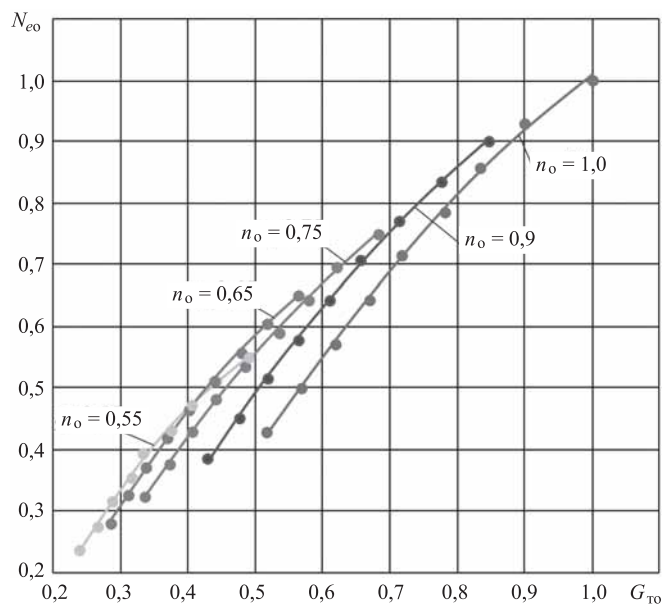
$G_T$  — часовой расход топлива, кг/ч;  $N_e$  — эффективная мощность двигателя, кВт;  $n$  — частота вращения коленчатого вала, мин<sup>-1</sup>.

Для определения относительных значений определяющих параметров используем соотношение:

$$G_{T0} = \frac{G_T}{G_{TH}}; N_{e0} = \frac{N_e}{N_{eH}}; n_0 = \frac{n}{n_H}, \quad (3)$$

где  $G_T$ ,  $N_e$ ,  $n$  — текущие значения параметров;  $G_{TH}$ ,  $N_{eH}$ ,  $n_H$  — значения параметров на номинальном режиме работы двигателя.

Численные значения параметров на номинальном режиме приняты следующими:  $G_{TH} = 34,1$  кг/ч;  $N_{eH} = 203$  кВт,  $n_H = 2000$  мин<sup>-1</sup>. Текущие значения параметров  $G_T$  и  $N_e$  заданы для пяти нагрузочных характеристик:  $n = 2000; 1800; 1500; 1300; 1100$  мин<sup>-1</sup>. В безразмерной системе координат  $N_{e0} = f(G_{T0})$  эти характеристики приведены на рис. 1.

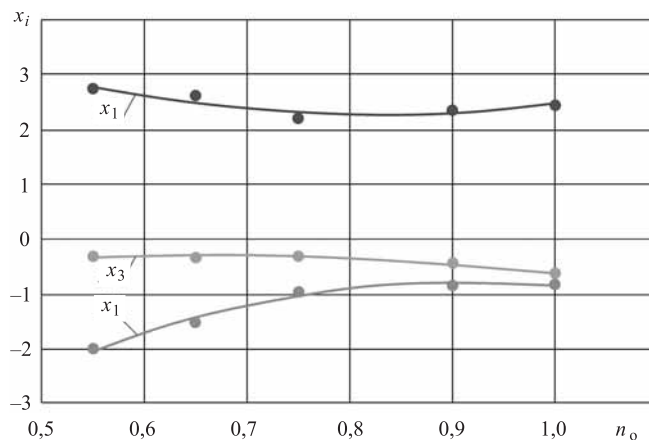


**Рис. 1. Нагрузочные характеристики двигателя**

Видно, что это нелинейные зависимости. Поэтому аппроксимированы полиномами второго порядка типа (2):

$$\begin{aligned}
 N_{eo} &= -0,8213G_{TO}^2 + 2,4567G_{TO} - 0,6273; & n_o &= 1,0; \\
 N_{eo} &= -0,8450G_{TO}^2 + 2,3254G_{TO} - 0,4602; & n_o &= 0,9; \\
 N_{eo} &= -0,9510G_{TO}^2 + 2,2063G_{TO} - 0,3123; & n_o &= 0,75; \\
 N_{eo} &= -1,5319G_{TO}^2 + 2,6183G_{TO} - 0,3417; & n_o &= 0,65; \\
 N_{eo} &= -2,0141G_{TO}^2 + 2,7295G_{TO} - 0,3043; & n_o &= 0,55.
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Система полиномов (4) позволяет выявить закономерности изменения определяемых параметров  $x_i(n_o)$  при переходе от одной нагрузочной характеристики к другой. Эти закономерности приведены на рис. 2 и аппроксимированы полиномами второго порядка:



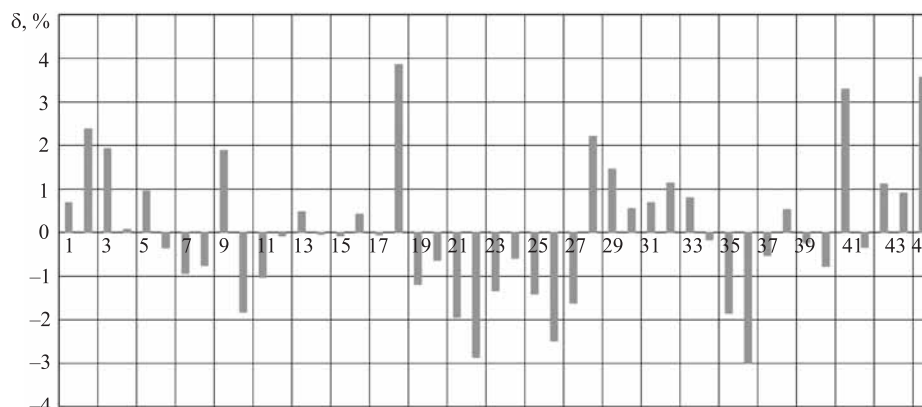
**Рис. 2. Закономерности изменения параметров  $x_i = f(n_o)$**

$$\begin{aligned}
 x_1(n_o) &= -9,1246n_o^2 + 16,798n_o - 8,5148; \\
 x_2(n_o) &= 6,2737n_o^2 - 10,597n_o + 6,6787; \\
 x_3(n_o) &= -2,4087n_o^2 + 3,092n_o - 1,2803.
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

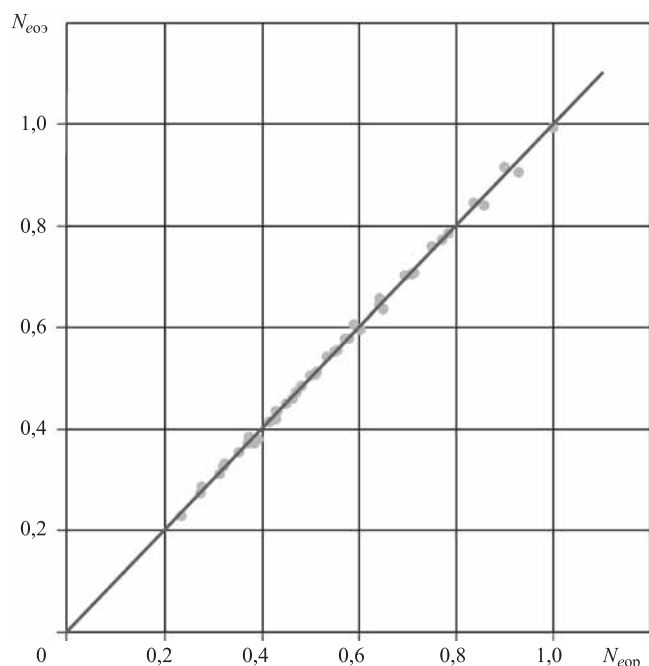
Подстановкой (5) в (2) получено уравнение поверхности, образованной последовательным смещением зависимости  $N_{eo} = f(G_{TO})$  в заданном диапазоне частот вращения коленчатого вала:

$$\begin{aligned}
 N_{eo} &= (-9,1246n_o^2 + 16,798n_o - 8,5148)G_{TO}^2 + \\
 &+ (6,2737n_o^2 - 10,597n_o + 6,6787)G_{TO} + \\
 &+ (-2,4087n_o^2 + 3,092n_o - 1,2803).
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

На рис. 3 приведена гистограмма распределения погрешностей расчета значений  $N_{eop}$  по уравнению (6) по всему массиву исходных данных. Видно, что предложенный алгоритм построения регрессионных моделей для описания универсальных характеристик автотракторных дизелей



**Рис. 3. Гистограмма распределения погрешностей расчета значений  $N_{eop}$  по уравнению (6)**



**Рис. 4.** Преобразование  $N_{eo3} = f(N_{eop})$  для двигателя DEUTZ BF06M1013FC

позволяет воспроизвести исходные данные с погрешностью, существенно не превышающей суммарных ошибок их измерения.

Предложенный алгоритм построения регрессионных моделей может быть применен для описания закономерностей изменения других показателей ДВС в поле возможных режимов работы. Например,  $P_{io} = f(G_{то}, n_o)$  или  $t_{go} = f(G_{то}, n_o)$ , где  $P_{io}$  — безразмерное значение среднего индикаторного давления;  $t_{go}$  — безразмерное значение температуры отработавших газов.

В заключение следует отметить, что уравнение типа (6) справедливо только для того диапазона изменения частот вращения и состояния двигателя, которому соответствуют исходные данные. В связи с этим при практическом использовании моделей типа (6) необходимо контролировать

текущее состояние двигателя. Для этой цели целесообразно использовать преобразование  $N_{eo3} = f(N_{eop})$ , где  $N_{eo3}$  — замеренное значение параметра. Для двигателя DEUTZ BF06M1013FC такое преобразование приведено на рис. 4.

Можно считать, что текущее состояние двигателя существенно не отличается от исходного, если выполняется неравенство  $N_{eo3} = N_{eop} \pm \Delta N_e$ , где  $\Delta N_e$  — погрешность измерения параметра  $N_e$  на любом из возможных режимов работы двигателя.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Соломатин Н. С., Заморин А. Г., Зотов Е. М. Аппроксимация частичных скоростных характеристик двигателя внутреннего сгорания // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. — 2010. — № 1. — С. 66–72.
2. Лукин П. П., Соломатин Н. С. К гармоническому анализу частичных скоростных характеристик карбюраторного двигателя // Надежность и активная безопасность автомобиля: сб. научных трудов МАМИ. — М.: МАМИ, 1985. — С. 270–282.
3. Бояркина И. В. Методика аналитического расчета частичных скоростных характеристик крутящего момента и часового расхода топлива двигателей внутреннего сгорания // Ориентированные фундаментальные и прикладные исследования — основа модернизации и инновационного развития архитектурно-строительного и дорожно-транспортного комплексов России: Всерос. научно-технич. конф. — Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2011. — С. 481–485.
4. Ходес И. В., Бажин О. А., Шелухин С. В. Расчетно-экспериментальное определение внешней и частичных характеристик двигателя при испытании на стенде с приводом от собственного двигателя автотранспортной системы // Вестник СибАДИ. — 2010. — С. 30–32.
5. Ковальчук Л. И., Алексеев И. Л. Аналитический способ задания универсальных характеристик ДВС // Автомобильная промышленность. — 2010. — № 2. — С. 9–11.

# ЭКСПЛУАТАЦИЯ. РЕМОНТ

УДК 621.431.74.068.4

DOI: 10.36652/1684-1298-2021-12-12-15

**М. В. Бураковская**, канд. техн. наук, e-mail: bgarf1988@inbox.ru,

**Л. И. Ковальчук**, д-р техн. наук, профессор, e-mail: bgarf1988@inbox.ru,

**А. А. Чечеткина**, канд. техн. наук, e-mail: andreyanna2007@mail.ru,

ФГБОУ ВО "Калининградский государственный технический университет", г. Калининград

## МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ ЭТАЛОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

*В статье предложен метод построения эталонных моделей для функционального диагностирования автотракторных дизелей, позволяющий описать закономерности измерения параметров в поле возможных режимов работы. Эти модели могут использоваться в бортовых системах автоматизированного контроля качества сгорания топлива в цилиндрах двигателей различного назначения. Приведен алгоритм построения эталонных моделей.*

**Ключевые слова:** метод, уравнение регрессии, алгоритм, эталон.

*The article proposes a method for constructing reference models for functional diagnostics of automotive diesel engines, which allows to describe the regularities of measuring parameters in the field of possible operating modes. These models can be used in on-board systems for automated quality control of fuel combustion in the cylinders of engines for various purposes. An algorithm for constructing reference models is presented.*

**Keywords:** method, regression equation, algorithm, standard.

---

Ссылка для цитирования

**Бураковская М. В., Ковальчук Л. И., Чечеткина А. А.** Метод построения эталонных моделей для функционального диагностирования автотракторных дизелей // Журнал "Грузовик", 2021. № 12. С. 12—15.

Link for citation

**Burakovskaya M. V., Kovalchuk L. I., Chechetkina A. A.** Method for building reference models for functional diagnosis of automotive diesels // Journal "Truck", 2021. No. 12. P. 12—15.

---

Для оценки качества функционирования и технического состояния автотракторных дизелей могут использоваться в различных комбинациях виброакустические методы анализа состава продуктов сгорания и продуктов износа в масле, методы прямого определения структурных параметров, а также теплотехнических параметров рабочего тела.

Следует отметить, что использование теплотехнических параметров, тесно связанных с рабочими процессами в цилиндрах, создает исключительные возможности для реализации функционального диагностирования автотракторных дизелей в эксплуатационных условиях, поскольку позволяет в значительной мере использовать традиционные каналы контроля параметров.

Независимо от физической природы метода функционального диагностирования, методической основой распознавания технического состояния двигателей всех типов и назначений является единый принцип — сравнение текущих значений диагностических параметров с их эталонными значениями. Причем эталонные значения диагностических параметров должны соответствовать техническому состоянию двигателя, которое принято за исходное.

В последующем, в качестве примера, излагается способ построения эталонной экспериментально-теоретической модели для функционального диагностирования автотракторных дизелей на основе следующих информативных параметров:

$G_T$  — часовой расход топлива, кг/ч;

$t_g$  — температура отработавших газов в выпускном коллекторе, °С;

$n$  — частота вращения коленчатого вала двигателя, мин<sup>-1</sup>.

В последующих вычислениях использованы безразмерные значения информативных параметров, которые для всего массива исходных данных определены по соотношениям:

$$G_{\text{ТО}} = \frac{G_{\text{T}}}{G_{\text{ТН}}}; t_{\text{го}} = \frac{t_g}{t_{\text{гН}}}; n_o = \frac{n}{n_{\text{Н}}}, \quad (1)$$

где индексом "н" обозначены значения нормирующих параметров, которые для двигателя DEUTZ BF06M1013FC (6Ч10,8/13) приняты следующими:  $G_{\text{ТН}} = 34,1$  кг/ч;  $t_{\text{гН}} = 678,57$  °С,  $n_{\text{Н}} = 2000$  мин<sup>-1</sup>.

Использование в расчетах безразмерных параметров позволяет исключить из рассмотрения вопрос о влиянии на конечный результат решения масштабных факторов, размерностей параметров и повысить устойчивость результатов вычислительных операций относительно погрешности изменения информативных параметров, так как они выражаются числами одного порядка.

На рис. 1 приведены результаты стендовых испытаний двигателя DEUTZ BF06M1013FC (6Ч10,8/13) по пяти нагрузочным характеристикам. Результаты представлены в безразмерной системе координат  $t_{\text{го}} = f(G_{\text{ТО}})$  (безразмерная тем-

пература отработавших газов в выпускном коллекторе — безразмерный часовой расход топлива). В данном случае закономерности изменения информативных параметров заданы по дискретным нагрузочным характеристикам. Область режимов работы двигателя, включающая эту исходную информацию, в координатной системе  $t_{\text{го}} = f(G_{\text{ТО}})$  ограничена слева нагрузочной характеристикой  $n_{\text{min}} = \text{const}$ ; справа — нагрузочной характеристикой  $n_{\text{Н}} = \text{const}$ ; сверху — внешней характеристикой номинальной мощности; снизу — частичной скоростной характеристикой. Положение границ описанной области определяется только свойствами двигателя и не зависит от свойств потребителя механической энергии, т. е. она обладает свойством инвариантности относительно характеристик потребителя и поэтому в последующем принимается за эталон. Определение параметров количественной структуры, описывающей эталон, производится в следующей последовательности.

Непосредственно из рис. 1 следует, что закономерности изменения зависимостей  $t_{\text{го}} = f(G_{\text{ТО}})$  по нагрузочным характеристикам являются линейными. Поэтому каждая из них может быть аппроксимирована полиномом первого порядка типа:

$$t_{\text{го}} = x_1(n_o)G_{\text{ТО}} + x_2(n_o), \quad (2)$$

где  $x_1(n_o)$ ,  $x_2(n_o)$  — функции частоты вращения коленчатого вала двигателя.

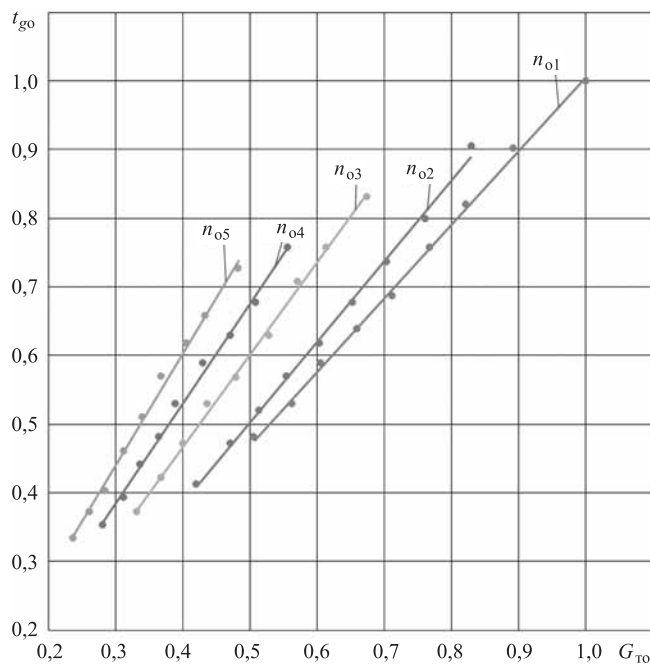
Система полиномов типа (2), описывающая нагрузочные характеристики в явном виде, будет следующей:

$$\begin{aligned} t_{\text{го}} &= 1,0741G_{\text{ТО}} - 0,0665; & n_o &= 1,0; \\ t_{\text{го}} &= 1,1758G_{\text{ТО}} - 0,0842; & n_o &= 0,9; \\ t_{\text{го}} &= 1,3418G_{\text{ТО}} - 0,068; & n_o &= 0,75; \\ t_{\text{го}} &= 1,4507G_{\text{ТО}} - 0,0482; & n_o &= 0,65; \\ t_{\text{го}} &= 1,6392G_{\text{ТО}} - 0,0582; & n_o &= 0,55. \end{aligned} \quad (3)$$

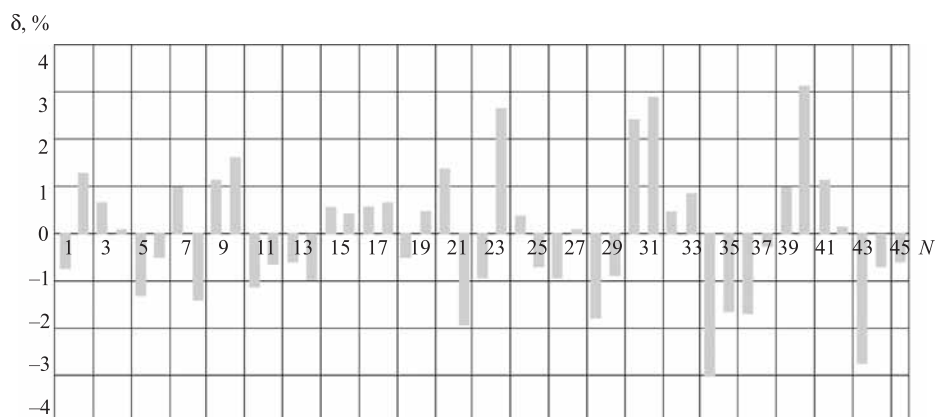
Решения системы уравнений (3)  $x_1(n_o)$ ,  $x_2(n_o)$  определены приближенно, но с погрешностью, несущественно превышающей неустойчивую погрешность измерения параметров  $t_g$ ,  $G_{\text{T}}$ ,  $n$ .

Гистограмма распределения погрешности расчета значений  $t_{\text{гор}} = f(G_{\text{ТО}})$  по уравнениям системы (3) для всего массива исходных данных приведена на рис. 2.

Видно, что погрешность расчета  $t_{\text{гор}}$  по уравнениям (3) не превышает ±3 %.



**Рис. 1.** Нагрузочные характеристики двигателя DEUTZ BF06M1013FC (6Ч10,8/13)



**Рис. 2.** Гистограмма распределения погрешностей расчета значений  $t_{гор}$  по уравнениям (3)

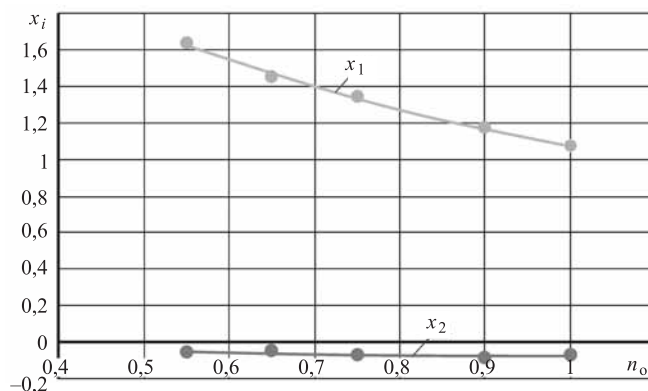
На рис. 3 приведены закономерности изменения решений  $x_1(n_0)$ ,  $x_2(n_0)$  при переходе от одной нагрузочной характеристики к другой. Это нелинейные зависимости, поэтому аппроксимированы полиномами второго порядка:

$$\begin{aligned} x_1(n_0) &= 1,031n_0^2 - 2,8185n_0 + 2,8678; \\ x_2(n_0) &= 0,2167n_0^2 - 0,3965n_0 + 0,1075. \end{aligned} \quad (4)$$

Подстановкой (4) в (2) завершается процесс построения эталонной модели на основе информативных параметров  $t_g$ ,  $G_T$ ,  $n$ .

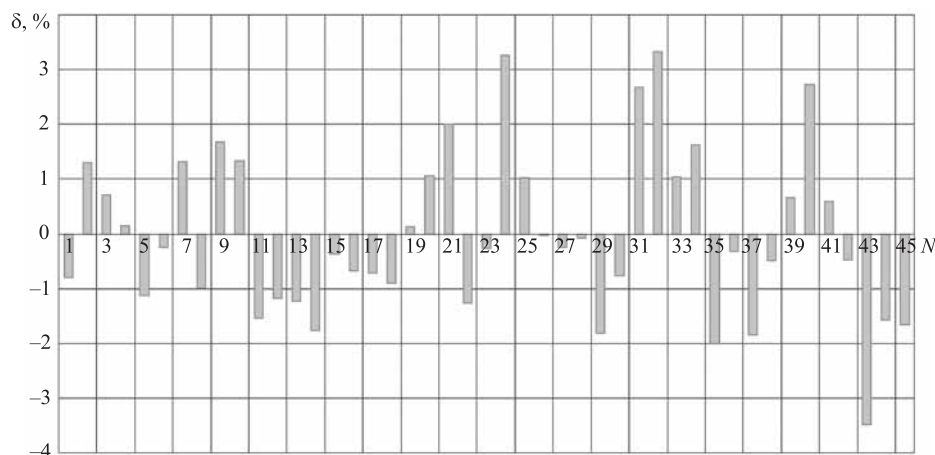
$$\begin{aligned} t_{го} &= (1,031n_0^2 - 2,8185n_0 + 2,8678)G_{то} - \\ &- (0,2167n_0^2 - 0,3965n_0 + 0,1075). \end{aligned} \quad (5)$$

На рис. 4 приведена гистограмма распределения погрешности расчета  $t_{гор} = f(G_{то})$  по урав-



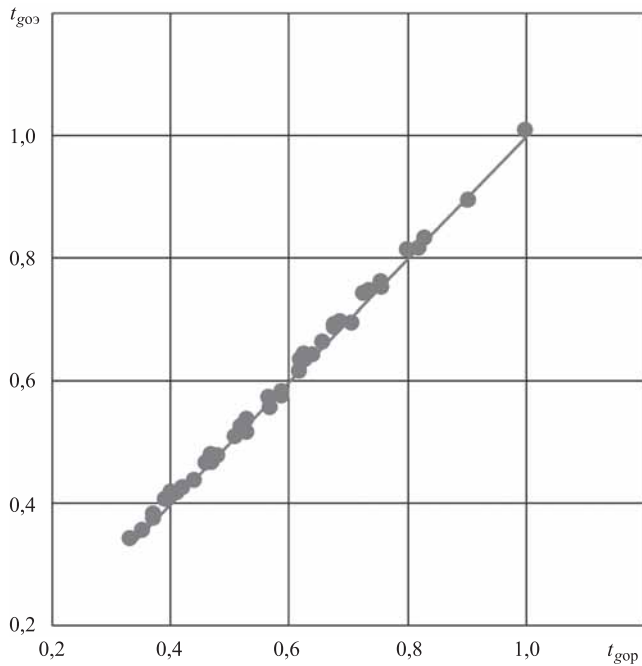
**Рис. 3.** Закономерности изменения параметров  $x_i = f(n_0)$

нению (5) для всего массива исходных данных. Видно, что при замене системы полиномов (3) уравнением (5) максимальная погрешность расчета не превышает  $\pm 3,5\%$ .



**Рис. 4.** Гистограмма распределения погрешностей расчета значений  $t_{гор}$  по уравнению (5)





**Рис. 5.** Сопоставление опытных  $t_{гоэ}$  и рассчитанных по формуле (4) относительных значений температуры отработавших газов  $t_{гор}$  по всему массиву исходных данных

Если для конкретного двигателя построена эталонная модель типа (5), то оценка качества функционирования двигателя в произвольный момент времени производится по нижеследующему алгоритму.

1. Посредством графического представления  $t_{гоэ} = f(t_{гор})$  уравнение поверхности (5) преобразуется в прямую — эталон, приведенную на рис. 5.
2. Производится замер информативных параметров  $t_g$ ,  $G_T$ ,  $n$  на 4—5 режимах и определяются безразмерные значения  $t_{го}$ ,  $G_{то}$ ,  $n_o$ .
3. По уравнению (5) определяются расчетные значения температуры отработавших газов  $t_{гор}$ .
4. Строится зависимость  $t_{гоэ} = f(t_{гор})$ , соответствующая фактическим условиям сгорания топлива в цилиндрах двигателя. С учетом реальных отклонений построенной линии от прямой эталона делается заключение о качестве функци-

онирования двигателя. Механизм, посредством которого модели типа (5) реагируют на проявления неисправностей в системах и механизмах, обеспечивающих качество сгорания топлива в цилиндрах, состоит в следующем.

Уравнения (5) можно рассматривать как тождество, в котором заданным значениям параметров  $t_{го}$ ,  $G_{то}$ ,  $n_o$ , являющихся по постановке задачи независимыми переменными, могут отвечать только вполне определенные, единственно возможные численные значения решений  $x_1(n_o)$ ,  $x_2(n_o)$ , т. е. величин, представляющих собой зависимые переменные. Такое строго однозначное соотношение между независимыми переменными решениями возможно только в определенных условиях сгорания топлива в цилиндрах. Если условия сгорания изменяются, однозначность соотношений между независимыми переменными и решениями нарушается и зависимость  $t_{гоэ} = f(t_{гор})$ , соответствующая новым условиям, отклоняется от эталона.

В заключение отметим, что модели типа (5) и алгоритмы их практического применения сравнительно просто программируются. Поэтому они могут быть использованы в бортовых системах автоматизированного контроля качества сгорания топлива в цилиндрах двигателей различного назначения.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ковальчук Л. И., Алексеев И. Л. Аналитический способ задания универсальных характеристик ДВС // Автомобильная промышленность. — 2010. — № 2. — С. 9—11.
2. Ланцош К. Практические методы прикладного анализа: справ. руководство / Пер. с англ. М. З. Кайнера; под ред. А. М. Лопшица. — М.: ГИФМЛ, 1961. — 524 с.
3. Кублановская В. Н. Численные методы алгебры. — Л.: ЛКИ, 1978. — 112 с.
4. Фадеев Д. К., Фадеева В. Н. Вычислительные методы линейной алгебры. 4-е изд., стер. — СПб.: Лань, 2009. — 736 с.
5. Гухман А. А. Введение в теорию подобия. 2-е изд. — М.: Высшая школа, 1973. — 296 с.

УДК 629.113

DOI: 10.36652/1684-1298-2021-12-16-27

**Д. В. Галяткин**, асп., e-mail: starter150@mail.ru, **В. А. Егоров**, канд. техн. наук, доц., e-mail: yegorov-net2@rambler.ru, **Г. Ш. Муравкина**, канд. техн. наук, доц., e-mail: emuravkina@yandex.ru, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), г. Москва

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ И РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ КОМПЛЕКСНОГО КРИТЕРИЯ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ О ВИДЕ РЕМОНТА КУЗОВНОЙ ДЕТАЛИ АВТОМОБИЛЯ

*Описаны подходы по определению и расчету количественных значений параметров комплексного критерия для принятия решений о виде ремонта кузовной детали автомобиля.*

**Ключевые слова:** виды ремонта, виды и сочетания видов повреждений, нормативная трудоемкость, кузовной участок, комплексный критерий, количественные значения параметров, эксперт, математическая модель, целевая функция.

*Approaches for determining and calculating the quantitative values of the parameters of a complex criterion for making decisions about the type of repair of a car body part are described.*

**Ключевые слова:** types of repairs, types and combinations of types of damage, normative labor intensity, body section, complex criterion, quantitative values of parameters, expert, mathematical model, objective function.

---

*Ссылка для цитирования*

**Галяткин Д. В., Егоров В. А., Муравкина Г. Ш.** Определение и расчет количественных значений параметров комплексного критерия для принятия решений о виде ремонта кузовной детали автомобиля // Журнал "Грузовик", 2021. № 12. С. 16—27.

*Link for citation*

**Galyatkin D. V., Egorov V. A., Muravkina G. S.** Determination and calculation of quantitative values of the parameters of a complex criterion for making decisions about the type of repair of a car body part // Journal "Truck", 2021. No. 12. P. 16—27.

---

Техническое состояние автомобильного кузова зависит от наличия конкретных повреждений, к которым относятся вмятины, разрывы, трещины, перекосы и другие повреждения, полученные в результате ДТП (дорожно-транспортного происшествия) или природных катаклизмов. Объектом экспертного исследования являются повреждения кузова и кузовных деталей автомобиля, площадь повреждения которых, вид или сочетание различных видов повреждений является основанием для принятия вида ремонта или трудоемкость восстановления, по которым, соответственно, экспертом рассчитывается стоимость ремонта.

В настоящий момент принятие решения о виде ремонта или трудоемкости восстановления для каждого конкретного повреждения каждого конкретного кузова или кузовной детали проводится несколькими специалистами, например, предста-

вителем ремонтной организации (мастером кузовного участка, мастером-приемщиком кузовного участка), экспертом. При этом принятые ими решения о виде ремонта могут быть различными.

Рассчитанная экспертом стоимость ремонта часто не эквивалентна стоимости восстановления (ремонта) поврежденного автомобиля, что является наиболее распространенной причиной, вызывающей претензии к страховым компаниям со стороны владельцев автомобилей, мастеров кузовных участков СТОА (станций технического обслуживания автомобиля). Такое различие в оценках стоимости ремонта порождается не только наличием различных положений, методик и правил, определяющих порядок и процедуру проведения экспертного исследования, технического состояния кузова, но и субъективными особенностями каждого специалиста (эксперта, мастера кузов-

ного участка), проводящего такое исследование, и наличием/отсутствием у него опыта (навыков), личной заинтересованностью, качеством инструментария и т. д. Это свидетельствует о том, что в Российской Федерации отсутствует универсальная методика принятия решения о виде ремонта поврежденной кузовной детали для автомобилей отечественного и иностранного производства, с помощью которой можно было бы получить результаты экспертного исследования с погрешностью не более 20–25 %.

Основным недостатком существующих на сегодняшний день методик по определению стоимости кузовного ремонта является отсутствие единого для всех методик комплексного критерия (например, площади повреждения и коэффициента сложности или степени повреждения, коэффициента доступности и т. д.), позволяющего специалисту (эксперту, мастеру кузовного участка) при экспертном исследовании с наименьшей погрешностью определить вид ремонта или трудоемкость восстановления, необходимые для расчета стоимости ремонта поврежденного кузова или кузовной детали автомобиля.

Целью данного исследования является повышение точности результатов экспертного исследования по повреждениям кузовных деталей и создание единой базы количественных значений параметров для принятия решения о виде и характере проведения кузовного ремонта, приведет к снижению расхождения между результатами экспертных исследований, проведенных различными специалистами (экспертом, мастером кузовного участка) по определению значения трудоемкости ремонта кузовной детали, и реальным значением трудоемкости выполненных ремонтных работ.

В соответствии с поставленной целью необходимо было решить следующие задачи:

1. Проанализировать (систематизировать) существующие методики по определению вида ремонта поврежденных кузовных деталей автомобилей и/или трудоемкости ремонта повреждения таких деталей и разработать методику формирования количественных значений параметров комплексного критерия для принятия решения о виде ремонта кузовной детали.

2. Разработать комплексный критерий (определяющий принципы принятия решений на основе таких параметров, как площадь повреждения кузовной детали и коэффициент сложности восстановительных работ), обуславливающий вид ремонта (или трудоемкость в случае восстановления) кузовной детали легкового автомобиля.

3. Разработать математические модели по определению количественных значений параметров, входящих в состав комплексного критерия и средневзвешенной ошибки назначения экспертом вида ремонта или трудоемкости работ по восстановлению поврежденной кузовной детали для легковых автомобилей отечественного и иностранного производства.

4. Разработать алгоритм реализации адаптированной модели для определения оптимального количества видов ремонта, границ между видами ремонта и количественных значений выходных параметров комплексного критерия при принятии решения (экспертном исследовании) о виде ремонта кузовной детали.

В ходе выполнения работы были проведены анализ количества ДТП в Российской Федерации, результатов работы страховых компаний, технической экспертизы в кузовном ремонте, обзор исследовательских работ, методик, связанных с назначением видов ремонта или трудоемкости восстановления кузовных деталей.

Проведенный обзор показал, что:

1. В случае повреждения автотранспортного средства в результате ДТП водитель поврежденного автомобиля в соответствии с законом "Об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств" имеет право получить возмещение ущерба за поврежденное имущество в размере, рассчитанном на основании Положения ЦБ РФ № 432-П "О единой методике определения размера расходов на восстановительный ремонт в отношении поврежденного транспортного средства".

2. Количество обращений пострадавших владельцев автомобилей в РСА (Российский союз автостраховщиков) и в суды на страховые компании стабильно растет. Основной причиной является занижение сумм страховых выплат. Предпосылкой тому являются некорректные результаты проведенных экспертных исследований по определению вида ремонта или трудоемкости восстановления кузовной детали автомобиля и, как результат, последующий неверный расчет стоимости кузовного ремонта.

3. Существующие методики для определения стоимости восстановления кузовной детали в РФ и за рубежом хотя и используются при принятии решения о виде ремонта кузовной детали, но тем не менее не оперируют исчерпывающим перечнем характеристик каждого конкретного повреждения (площадью, видом и сочетанием видов повреждений). Не исключают они и ошибок, связанных

с назначением вида ремонта, и в сравнении имеют между собой существенные расхождения в полученных результатах при расчете трудоемкостей.

4. Программные продукты, используемые экспертами, предназначены для расчета стоимости ремонта автотранспортного средства иностранного и отечественного производства. При этом трудоемкость и соответственно стоимость замены кузовной детали являются справочной (нормативной) величиной, а трудоемкость ремонтного воздействия или номер вида ремонта в случае повреждения отечественного автомобиля назначается экспертом самостоятельно, исходя из особенностей повреждения и личного опыта специалиста.

5. При проведении экспертного исследования по методу 3D-сканирования можно получить только трехмерную картину повреждения, определить параметры повреждения (размер, площадь, глубину), но указанное оборудование пока не способно генерировать рекомендации по восстановлению кузовных деталей.

6. Принятие решения о виде ремонта (восстановлении или замене) кузовной детали зависит от различных факторов: характеристики повреждения, ожидаемой трудоемкости ремонта, особенности конструкции и других.

В соответствии с разработанной методикой исследования было проанализировано взаимодействие между участниками в комплексном процессе устранения повреждений кузовной детали (рис. 1).

При анализе взаимоотношения между экспертом, специалистом по ремонту кузовов и мастером кузовного участка и проведена первичная обработка статистики, которая показала, что разница значений трудоемкостей, определенных экспертом, и реально затраченной специалистом по ремонту кузовов ("expert" — "real"), составляет в среднем 2,43. При этом доля значений трудоемкостей, принятых экспертами, от реально затраченных специалистами по ремонту кузовов, составляет в среднем 46 %.

Для того чтобы определить величину трудоемкости восстановления кузовной детали, разграничение видов ремонта в зависимости от площади повреждения, вида и/или сочетаний видов

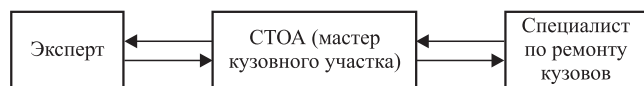


Рис. 1. Участники процесса восстановления кузова и кузовных деталей автомобиля после ДТП

повреждений кузовной детали введен параметр "коэффициент сложности".

Параметр "площадь повреждения" и параметр "коэффициент сложности" в сочетании друг с другом образуют "комплексный критерий".

Целевая функция  $m_{sf\Sigma}$  формируется из среднеквадратического значения ошибки (разница между значением стоимости, соответствующей точке реальных исходных значений параметров ( $s, h$ ) ремонта и значением стоимости, соответствующей точке, в которую эта исходная точка перешла в ходе оценки экспертом, при том или ином методе принятия решения о назначении ремонта), интегрируемой по всему полю изменения параметров (площадь повреждения по оси  $s$  и коэффициент сложности по оси  $h$ ), при различных положениях границ между видами ремонта с ограничениями на их формирование (с учетом значений плотности распределения вероятностей сочетания значений  $s$  и  $h$ ).

Задача состоит в минимизации суммарной интегральной ошибки оценки затрат (стоимости ремонта) путем подбора соответствующего сочетания значений границ для разных видов ремонта, т. е.

$$m_{sf\Sigma} \rightarrow \min. \quad (1)$$

Расчет  $m_{sf\Sigma}$  проводится по формуле (4). Чем меньше значение  $m_{sf\Sigma}$  (в зависимости от разграничений между видами ремонта), тем выше точность результатов экспертного исследования повреждений кузовных деталей.

Для того чтобы определить закономерность взаимного расположения границ между видами ремонта кузовной детали (выражаемых через площадь повреждения и коэффициент сложности), анализировалось, какие данные должны быть собраны (рис. 2).

На рис. 2 даны условные обозначения:  $r_i$  — границы между зонами принятия решения по видам ремонта;

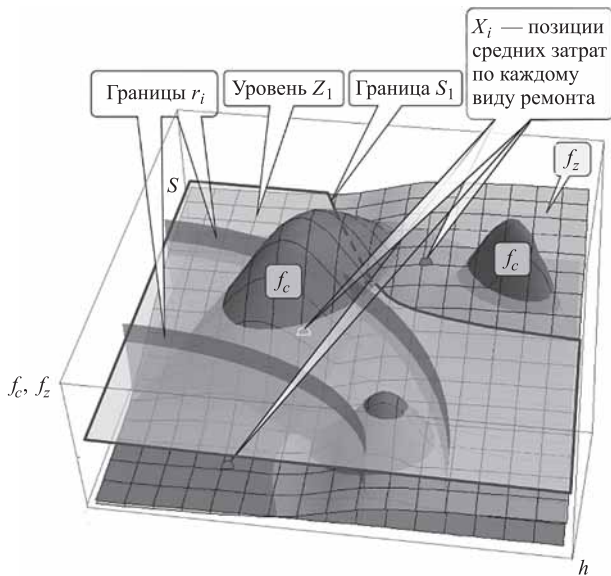
$Z_1$  — уровень затрат на замену детали;

$S_1$  — граница между зонами принятия решения о восстановлении и о замене детали;

$f_c$  — функция плотности распределения вероятностей сочетания видов повреждений с весом (размером) стоимости соответствующего ремонта (восстановления);

$f_z$  — функция затрат на ремонт (восстановление) в зависимости от сочетания видов повреждений кузовной детали.

Для понимания влияния на целевую функцию количества границ, взаимного расположения



**Рис. 2. Иллюстрация составляющих, используемых для модели построения рационального набора границ между видами ремонта**

границ на поле возможных значений комплексного критерия с учетом стоимости соответствующего ремонта рассмотрены:

- эффект, возникающий при принятии решения экспертом о виде ремонта (от 1-го и выше), на примере механизма формирования потери достоверности в зависимости от выбора количества границ и расположения границ [2];

- комплексная оценка падения достоверности принятого решения. Определяется тем, в каких зонах поля распределения возможных сочетаний видов повреждений (и при каком значении стои-

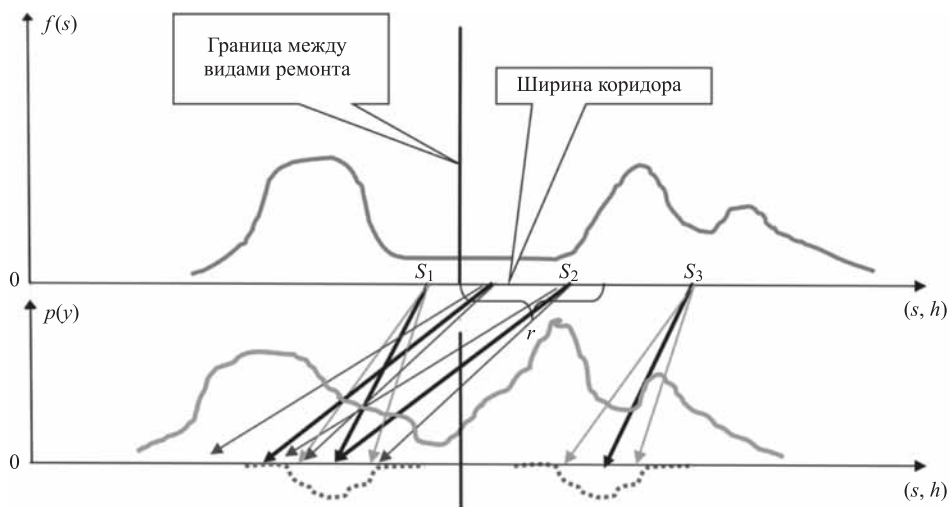
мости восстановления детали) проходит граница, разделяющая виды ремонтов [2];

- оценочный вид опорной функции, задающей потери, вызываемые этими эффектами для некоторой одной зоны [2];

- эффект, который приводит к трансформированию закона распределения вероятности реальных данных по характеристикам  $(s, h)$  (площадь и сложность повреждения (коэффициент сложности) (вид или сочетание видов повреждений)) к производному распределению, описывавшему распределение вероятностей значений трудоемкостей? принятых экспертом.

- эффект сглаживания принятых экспертом решений при трансформации исходных реальных значений (рис. 3).

Описанные эффекты порождаются как тем фактом, что эксперт, как правило, так или иначе сильно зависит от страховых компаний и иногда даже подсознательно занижает значение трудоемкости кузовного ремонта, — в том случае, когда оценка проводится в часах, норма-часах, а не в виде выбора из очень малого количества вариантов (ремонт № 1, 2,...). В этом случае совершаемая ошибка ощущается значительно резче и потому совершается реже. Практическое подтверждение подобных психологических эффектов было получено при проведении социопсихологических экспериментов [4] группой ученых из университета Гронингена (Нидерланды), в ходе которых были получены практические подтверждения "теории разбитых окон", сформулированной в 1982 г. американскими социологами Джеймсом Уилсоном и Джорджем Келлингом). В ходе



**Рис. 3. Графическая демонстрация преобразования плотности вероятностей  $f(s)$  в  $p(y)$**



проведения этих экспериментов были получены также и количественные оценки изменения поведения людей в зависимости от ощущаемой ими степени ответственности перед обществом, профессиональным сообществом. Опираясь на опубликованные данные и собранную статистику в нашем исследовании, определялись интенсивности "перевода экспертом" реального значения трудоемкости ремонта из области комплексного критерия, определяемой как ремонт №  $i$ , в области, соответствующие другим видам ремонта, причем в зависимости от удаления точки, соответствующей реальному значению, от границ между различными областями.

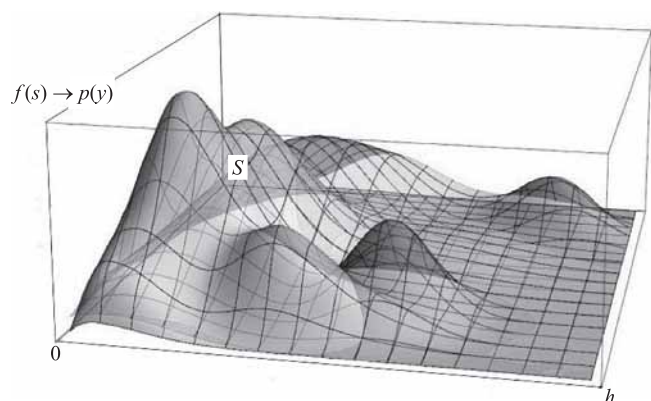
При исходном распределении  $f$  после воздействия функции преобразования (коэффициент уменьшения реального значения трудоемкости ремонта экспертом с учетом "размазывания"), получается другое распределение  $p$  (рис. 4).

Границы между видами ремонтов должны быть прямоугольными, так как использовать определенные данной методикой границы будет человек — эксперт. Чем более неровными, изогнутыми будут границы, тем сложнее ему будет определять правильное граничное значение по одному из параметров в зависимости от другого, в результате чего достоверность принимаемых решений будет снижаться.

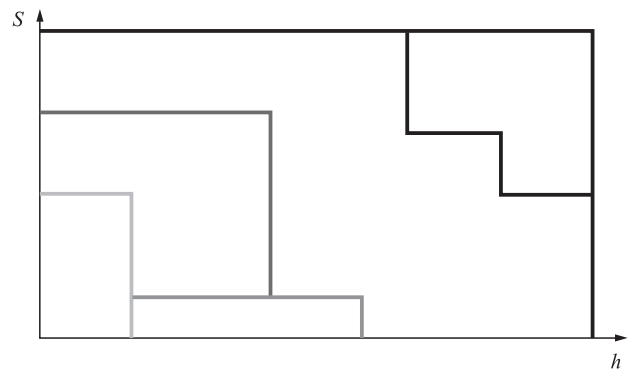
Формирование границ для видов ремонта проводится по определенной логике построения границ (рис. 5):

1. Базовая форма задается двумя границами, параллельными осям, т. е. при изменении одного параметра второй параметр остается const.

2. Допускается изменение базовой прямоугольной формы границ путем добавления или удале-



**Рис. 4.** Комбинация плотностей распределения вероятностей для исходного сочетания параметров повреждения детали и после экспертного исследования экспертом



**Рис. 5.** Вариант сочетания границ между видами ремонта

ния одного (меньшего) прямоугольного участка (также с границами, параллельными осям).

3. Прямоугольник, который добавляется к базовой прямоугольной форме, располагается только слева сверху или справа снизу, но не справа сверху, поскольку в целом по выделенной области принадлежности к одному и тому же виду ремонта нужно преследовать снижение разброса показателей затрат на ремонт, в то время как вектор направления направо и вверх дает увеличение стоимости по обоим составляющим ( $s$ ,  $h$ ).

Далее по сочетанию значений границ для разных видов ремонта с учетом верхнего ограничения, задаваемого стоимостью замены, находим тот вариант набора границ, при котором суммарная интегральная ошибка будет минимальной.

При этом нижняя допустимая для проведения замены граница определяется из уравнения:

$$Q(s, h) = C_{\text{зам}} \Rightarrow s = q(h, C_{\text{зам}}), \quad (2)$$

где  $C_{\text{зам}}$  — стоимость замены кузовной детали;  $q(\dots)$  — некоторая функция решения.

Графически нахождение границы между зоной замены детали и восстановлением проиллюстрировано на рис. 6.

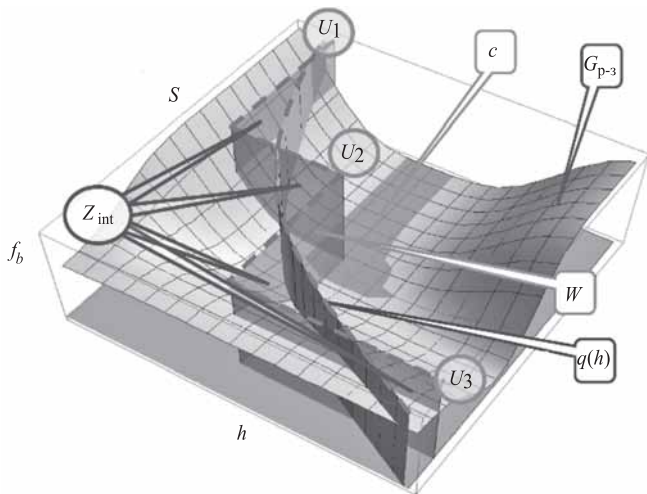
Здесь показана граница по аналитическому решению (определяемая по функции  $q(h, C_{\text{зам}})$ ).

Аналитически нахождение рассматриваемой границы со всеми накладываемыми на нее ограничениями прямоугольности представляет собой нахождение минимума интеграла вида

$$\int_{Z_{\text{int}}}^0 |(f_z - C_{\text{зам}}) f_p| ds dh, \quad (3)$$

где составляющие подынтегральные функции:  $Z_{\text{int}}$  — зона интегрирования, показанная на рис. 5





**Рис. 6. Графическая иллюстрация функции потерь  $f(b)$  при нахождении границы между зоной замены детали и восстановлением**

пунктирной линией. Поиск минимума производится вариацией координат точек  $U_1$  и  $U_3$  по соответствующим верхним границам и координат точки  $U_2$  в окрестностях функции  $q(h, C_{зам})$ ;  $G_{p-3}$  — функция потерь в зависимости от положения точки перелома  $U_2$ ;  $W$  — рациональная прямоугольная граница разделения зон;  $c$  — область минимума для  $G_{p-3}$ .

Была разработана математическая модель, описывающая поведение суммарной (интегральной) ошибки в зависимости от положения границ между видами ремонта кузовной детали. Для расчетов по оптимизации положений границ между видами ремонта (поиск минимума целевой функции, формируемой из рассматриваемой среднеквадратической ошибки, интегрируемой по всему полю изменения параметров  $\{s, h\}$ , при различных положениях границ между видами ремонта с указанными выше ограничениями на их формирование), использовалась формула

$$m_{st\Sigma} = 0,5 \sqrt{ \int_0^{Z_{h_n}} \int_0^{Z_{s_n}} (Q(s, h)^2 f_p(s, h) Erf_s(s, h)) dsdh + \int_0^{Z_{h_n}} \int_0^{Z_{s_n}} f_p(s, h) \sum_{i=1}^n ((Kc2_i - 2Kc_i Q(s, h)) Erf_i(s, h)) dsdh } \quad (4)$$

Приведенное формульное выражение использовалось для простых вариантов взаимного расположения (границ между разными видами ремонта на поле  $\{s, h\}$ ), где  $Q(s, h)$  — затраты на ремонт;  $f_p(s, h)$  —

плотность распределения вероятности сочетаний различных площадей и коэффициентов сложности повреждений кузовной детали;  $Erf_s(s, h)$  — нормализованная функция ошибок, принадлежащая  $i$ -му виду ремонта;  $Kc2_i = C_i^2 - C_{i+1}^2$  и  $Kc_i = C_i - C_{i+1}$ , где  $C_i$  — среднее значение затрат на проведение ремонта  $i$ -го вида для реального поля распределения вероятностей сочетания повреждений детали;  $C_{i+1}$  — среднее значение затрат на проведение ремонта  $(i + 1)$ -го вида для реального поля распределения вероятностей сочетания повреждений детали.

Для проведения конкретных расчетов также были проведены следующие исследования:

1. Анализ факторов, влияющих на принятие решений о виде ремонта кузовной детали и экспертная оценка факторов методом априорного ранжирования. По результатам опроса группы специалистов были выявлены наиболее приоритетные факторы, влияющие на принятие решений по замене или восстановлению кузовных деталей: характеристика повреждения, ожидаемая трудоемкость ремонта (стоимость ремонта).

2. Сбор информации в СТОА, в автотехнической экспертизе по поврежденным кузовным деталям. Проводился анализ видов выполняемых работ по месту расположения на автомобиле, по назначенным ремонтным воздействиям. Особое внимание было уделено собранным данным по проведенным и назначенным ремонтам кузовных деталей для отечественных автомобилей и трудоемкостям восстановления для иномарок. Исследовано свыше 1300 единиц поврежденных кузовных деталей легковых автомобилей отечественного и иностранного производства.

По результатам исследования в части принятия решений по видам ремонта кузовных деталей эксперты принимают больше всего решений по заменам — 45,5 % и по восстановлениям — 41,9 %

# ЭКСПЛУАТАЦИЯ. РЕМОНТ

составляет приблизительно 61 %. Рассматривая зависимость ремонтного воздействия от площади повреждения, эксперты назначали восстановление поврежденным кузовным деталям с площадью повреждения в среднем 10—20 % и замену деталям с площадью повреждения в среднем 30—50 %. Можно сделать вывод, что эксперты часто присваивают замену кузовным деталям с площадью повреждения свыше 30 %.

3. Оценка расхождений между принятыми значениями экспертного решения и реальной трудоемкости ремонта кузовной детали. Для этого проводился анализ направлений, выданных страховыми компаниями в кузовной участок СТОА по поврежденным кузовным деталям автомобиля, сбор данных по актам согласований, которые направлены мастером кузовного участка СТОА в страховую компанию в ответ на направления для согласования по виду ремонта или трудоемкости восстановления кузовной детали.

Проводился учет времени для определения реальных трудоемкостей восстановления кузовных деталей, затрачиваемого на устранение повреждения с различными вариантами величин площади повреждения, видов и сочетаний видов повреждений.

4. Определение значений параметров комплексного критерия (площадь повреждения, вид или сочетание видов повреждений кузовной детали (коэффициент сложности)), которые при принятии решения будут определять тот или иной вид ремонта. Для этого собирались данные о проведенных ремонтах при различных видах или сочетаниях видов повреждений, видов доступности к кузовной детали и по ним аналитически определялись коэффициенты сложности восстановления повреждений кузовных деталей. В результате анализа и обработки экспериментальных данных по поврежденным кузовным деталям была получена таблица коэффициентов сложности (табл. 1).

Таблица 1

**Коэффициенты сложности восстановления кузовных деталей, отсортированных по возрастанию, по видам и сочетаниям видов повреждений кузовных деталей**

Вид и сочетание видов повреждений, вид доступности	Коэффициент сложности	Вид и сочетание видов повреждений	Коэффициент сложности
ВМ (вмятина)	1,00	ООС + НГД	2,30
ЛДМ (легкодоступное место)	1,00	НГД + КАР	2,30
ДРЖ (деформация ребра жесткости)	1,10	ОС + ДРЖ + РМ	2,38
НГД (нарушение геометрии детали)	1,15	ООС + ДРЖ + НГД	2,53
РМ (растяжение металла)	1,20	ООС + ДРЖ + РМ	2,64
ДРЖ + НГД	1,27	ООС + ДРЖ + ИЗЛ	2,86
ИЗЛ (излом)	1,30	ОС + РАЗ + ДРЖ	2,97
ТРЕ (трещина)	1,40	ООС + ДРЖ + НГД + РМ	3,04
ДРЖ + ИЗЛ	1,43	ДРЖ + НГД + КАР + ИЗЛ	3,29
РАЗ (разрыв)	1,50	ООС + РАЗ + ДРЖ	3,30
ТДМ (труднодоступное место)	1,50	ОС + ДРЖ + КАР	3,96
ОС (образование складки)	1,80	ООС + КАР	4,00
ОС + ДРЖ	1,98	ОС + НГД + КАР	4,14
ООС (образование острой складки)	2,00	ООС + ДРЖ + КАР	4,40
КАР (деформация каркаса кузовной детали)	2,00	ОС + ДРЖ + НГД + КАР	4,55
ОС + НГД	2,07	ОС + ДРЖ + КАР + РМ	4,75
ООС + ДРЖ	2,20	ОС + ДРЖ + РМ + ТДМ	4,75
ОС + ДРЖ + НГД	2,28	ООС + ДРЖ + НГД + КАР	5,06

Для отечественных автомобилей различные сочетания комплексного критерия (площадь повреждения с видом или сочетанием видов повреждений) при принятии экспертами решений о виде ремонта повреждений кузовных деталей могут соотноситься с различными видами ремонта (Ремонт № 1, Ремонт № 2, Ремонт № 3 и Замена).

Рассматривая варианты сочетаний характеристик повреждений кузовных деталей, следует отметить, что наибольшее количество случаев ремонта без использования запчастей (восстановлений), принятые экспертами, приходится на площадь повреждения 15–20 % с сочетанием видов повреждений (ОС + ДРЖ) с коэффициентом сложности 1,98, а решения, связанные с заменой кузовных деталей — на площадь повреждения 30–50 % с сочетанием видов повреждений (ООС + ДРЖ) и с коэффициентом сложности 2,2.

Основными вариантами сочетаний характеристик повреждений на примере переднего крыла, по которым эксперты принимали восстановление, являются ДРЖ с коэффициентом сложности 1,1 и площадью повреждения 5 %, а также ООС с коэффициентом сложности 2,0 и площадью повреждения 10 %. Замена переднего крыла принималась при сочетании видов повреждений (ОС + ДРЖ) с коэффициентом сложности 1,98 и площадью повреждения свыше 30 %.

Экспериментальные исследования включали в себя не только сбор данных по характеристикам повреждений, по трудоемкостям, принятым экспертами, мастерами, а также по реальным трудозатратам специалистов по ремонту кузовов на восстановление кузовных деталей. Проводился также анализ стоимости кузовных деталей, нормативной трудоемкости по видам ремонта кузовных деталей для различных марок автомобилей, стоимости нормо-часа (нормативной трудоемкости) на СТОА в зависимости от марки автомобиля, соотношения стоимости нормо-часа к стоимости нового автомобиля, целесообразной стоимости восстановления кузовной детали при варианте замены на новую.

По результатам, полученным в ходе анализа экспериментальных данных, в визуальном виде представлена последовательность определения базовых функций для математической модели нахождения оптимальных границ принятия решений и количества видов ремонта. Было проведено статистическое сглаживание и аппроксимация данных для получения функции, представляющей собой функцию затрат с весом стоимости (рис. 7).

В результате предварительной обработки статистической информации была сформирована база исходных данных, необходимая для проведения и нахождения рациональных решений.

Из проведенного анализа были получены значения:

—  $k_1 = 0,46$  — коэффициент уменьшения экспертом реальных показателей повреждения детали вблизи сверху от границы между видами ремонта;

—  $k_2 = 0,88$  — коэффициент уменьшения вдали от границы;

—  $r = 1,5$  — средняя ширина коридора провала, сверху от границы между видами ремонта (из статистики, в принятых выше единицах масштаба);

— коэффициент вариации "размытия", указанного выше коридора:  $v_r = 1/3$ ;

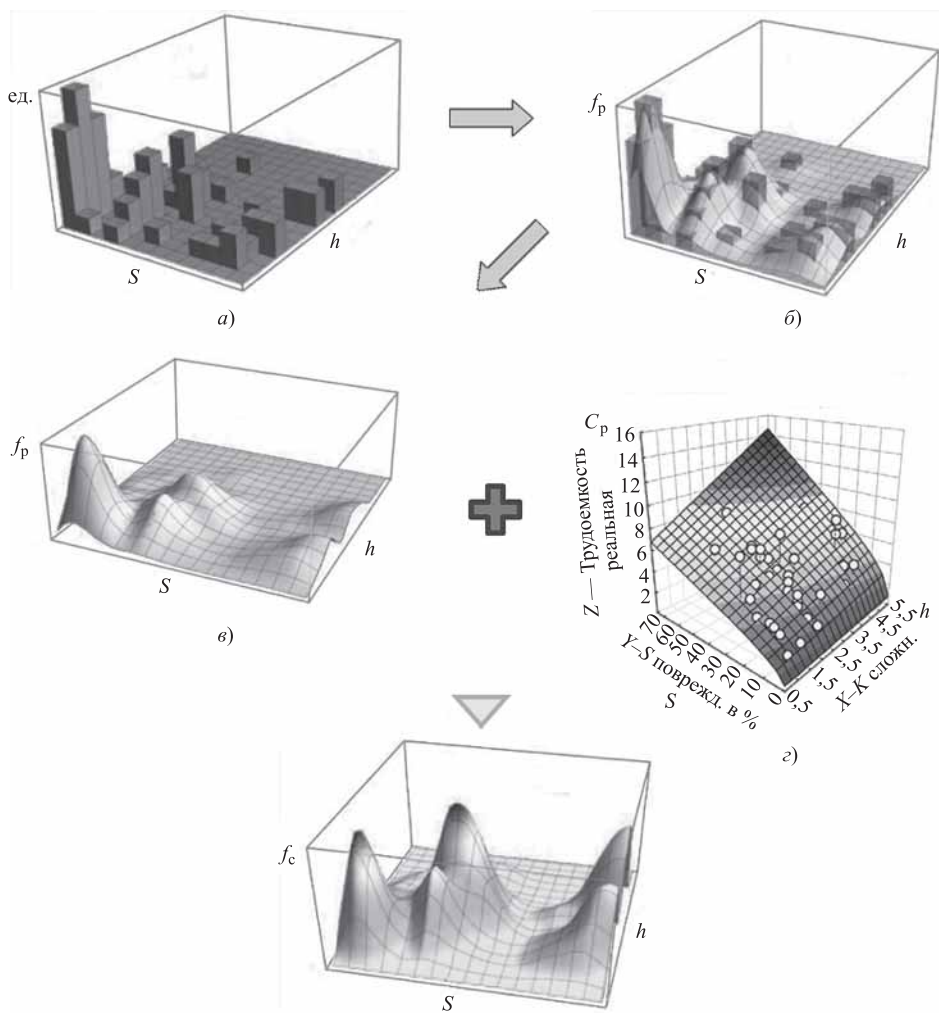
—  $v_k = 0,324$  — коэффициент вариации для показаний эксперта при постоянном значении реальных трудозатрат.

Для определения величины  $v_k$  была проанализирована зависимость определяемого коэффициента вариации от значений реальной трудоемкости. Определены соотношения отклонения показаний эксперта от реальных данных к реальному значению трудоемкости ремонта кузовной детали в зависимости от реального значения, соотношение отклонения показаний эксперта от показаний мастера к показаниям мастера по трудоемкости ремонта кузовной детали в зависимости от показаний мастера и соотношение показаний эксперта и реальных трудозатрат.

По результатам расчета соотношение данных "real" и "expert" в пределах 95 % достоверности практически не зависит от величины "real" и в рамках принятой модели принимается постоянной величиной.

Расчет количественных значений параметров комплексного критерия по описанной выше математической модели для поиска рациональных решений по одной детали проводился по поблочному описанию алгоритма работы программы (рис. 8).

Для определения рациональных зон расположения решений в программе анализа рассчитывалось 20 параметров разработанной математической модели для поиска рациональных решений по одной кузовной детали. Из них выделены три основных, наиболее информативных параметра (по порядку расчета в модели — параметры № 1, № 6, № 11).



**Рис. 7. Определение базовых функций для математической модели:**

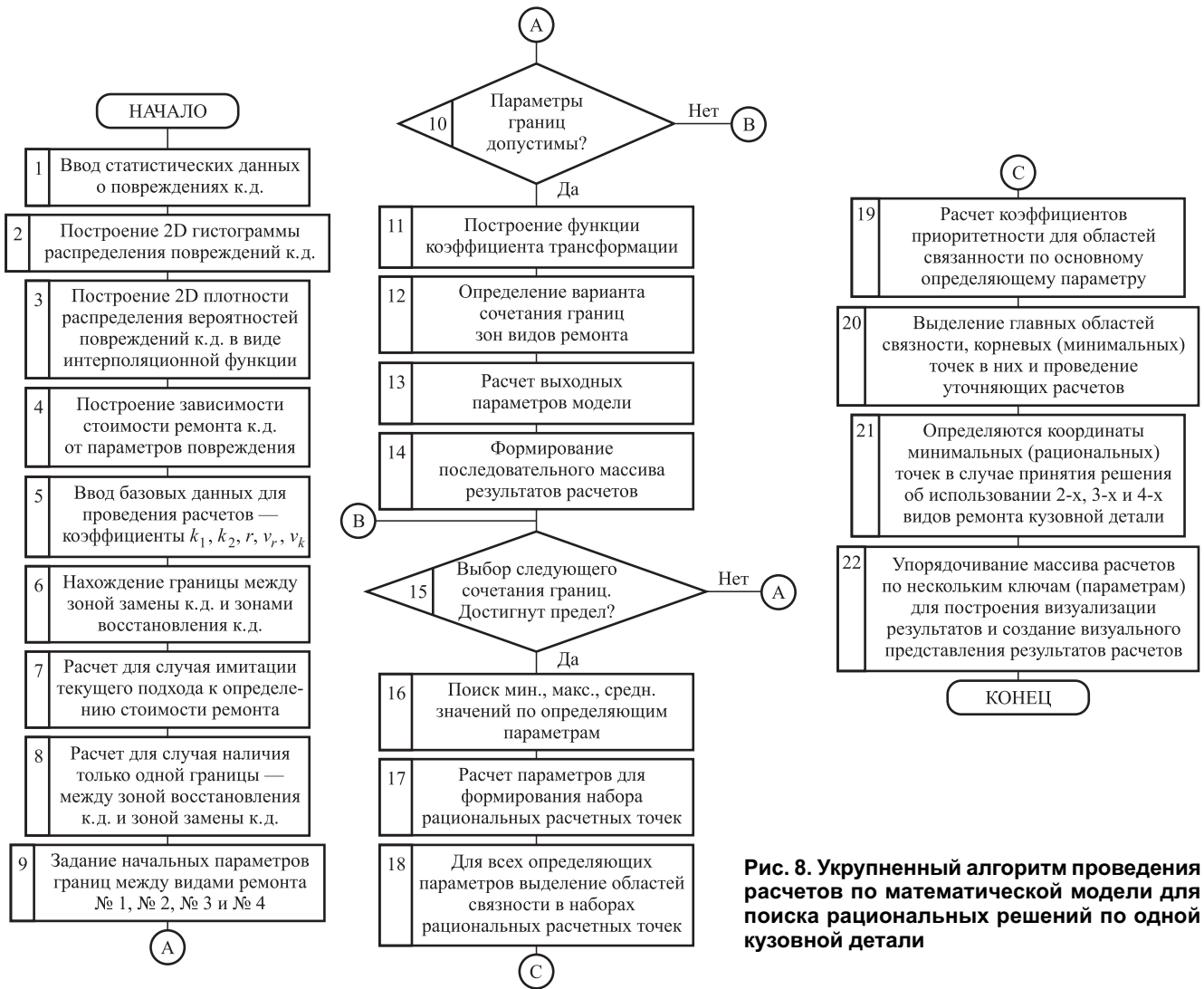
*a, б, в* — получение функции плотности распределения вероятности сочетания видов повреждений ремонтируемой кузовной детали  $\rho$  из статистической выборки по  $(h, s)$ ; *з* — усредненная функция затрат на проведение ремонта  $C_p[h, s]$ ; *д* — функция  $f_c$  представляющая из себя  $\rho$  с весом стоимости ремонта

1. Параметр № 1 — Определяется среднее значение модуля отклонения разности между стоимостью ремонта, соответствующего реальному повреждению кузовной детали и средней стоимостью по тому виду ремонта, в зону которого перейдет случай после преобразования уменьшения параметров повреждения экспертом. Интегрирование проводится с учетом вероятности попадания в ту или иную зону вида ремонта, а также вероятности сочетания параметров повреждения детали (тем самым осуществляя усреднение). Полученная величина соотносится с исходным средним значением стоимости ремонта по всему полю изменения параметров повреждения.

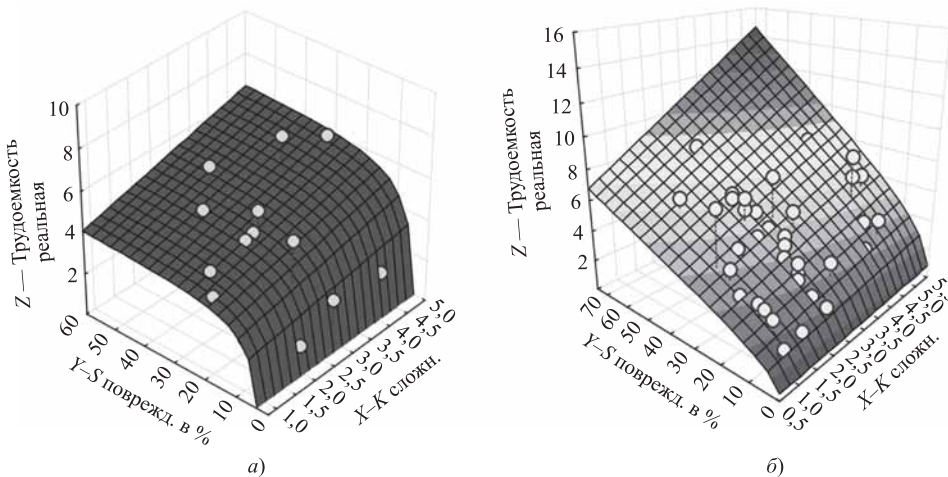
2. Параметр № 6 — Среднее значение модулей отношения отклонений к исходному значению стоимости.

3. Параметр № 11 — Среднее значение модулей отношения отклонений к "целевому" значению стоимости (т. е. средним по зонам, куда попадет точка с вероятностями попадания в соответствующие зоны).

По собранным статистическим данным проводился подбор функции зависимости стоимости ремонта от площади повреждения (в %) и коэффициента сложности для кузовной детали. Были проведены построения функций для нескольких деталей. Пример для задних крыльев приведен на рис. 9, *a, б*.



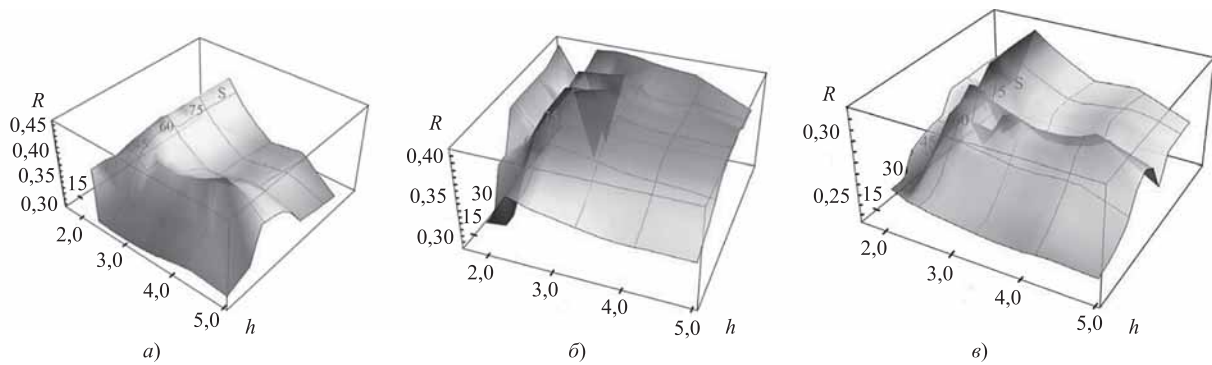
**Рис. 8.** Укрупненный алгоритм проведения расчетов по математической модели для поиска рациональных решений по одной кузовной детали



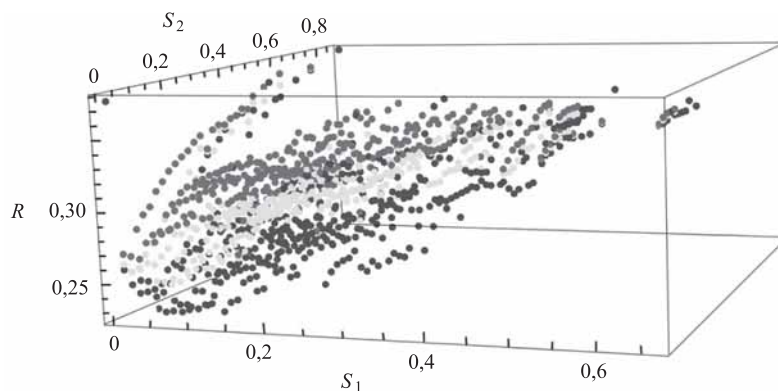
**Рис. 9.** Подбор функции зависимости стоимости ремонта от площади повреждения, %, и коэффициента сложности:

а — для заднего крыла марки автомобиля Honda CRV; б — для заднего крыла марки автомобиля Honda CIVIC





**Рис. 10. Зависимость  $R$  от коэффициента  $h$  и площади  $S$  при оптимальных  $S_1, S_2$ :**  
 а — расчет по параметру № 11; б — расчет по параметру № 6; в — расчет по параметру № 1



**Рис. 11. Облако точек расчетов параметра № 1 модели в зависимости от  $S_1, S_2$  (при  $S_3 = 0$ )**

Рассчитывается целевая функция модели  $m_{st\Sigma}$  в зависимости от параметров (№ 1, № 6, № 11) путем подбора соответствующего сочетания значений границ для разных видов ремонта. Пример расчета представлен для зависимости параметров № 1, № 6, № 11 (обозначены на рис. 10 как  $R$ ) от коэффициента  $h$  и площади  $S$  при оптимальных  $S_1, S_2$ .

Облако точек расчетов параметра № 1 модели в зависимости от  $S_1, S_2$  (при  $S_3 = 0$ ) показано на рис. 11.

Где для точек: а) нижний ряд точек — минимальные значения; б) средний ряд точек — усредненные значения; в) верхний ряд точек — максимальные значения, для расчетов с одинаковыми значениями  $\{S_1, S_2\}$ .

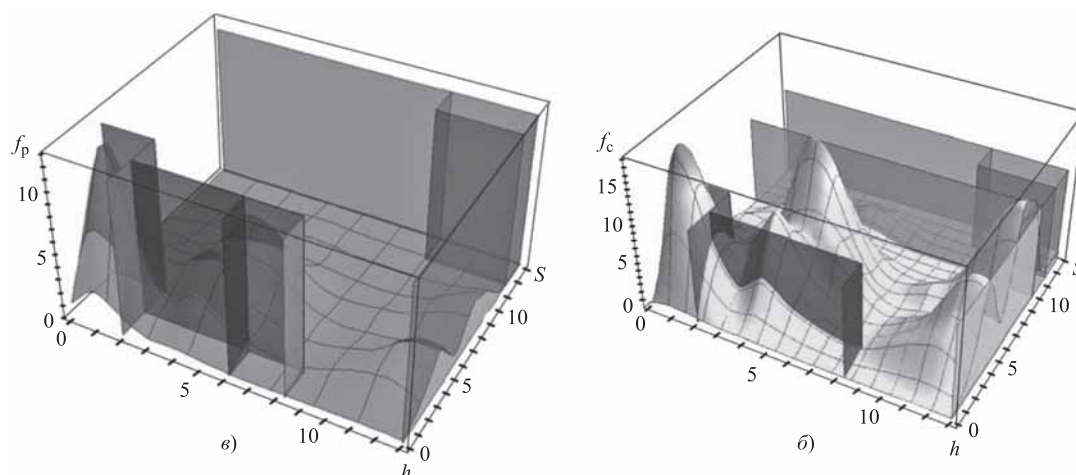
Пример рационального расположения границ между видами ремонта на фоне функций распределения вероятностей сочетания характеристик повреждения кузовной детали в чистом виде и со стоимостным весом представлены на рис. 12.

Часть результатов всех проведенных расчетов с определением координат минимальных точек (координаты угловых точек границ между видами ремонта) в случае принятия решения об использовании двух, трех и четырех видов ремонта кузовной детали представлены в табл. 2.

Результаты проведенной научно-исследовательской работы позволяют сделать следующий основополагающий вывод.

Расхождения между значениями экспертного исследования и реальной трудоемкостью ремонта кузовной детали в среднем снизятся при использовании экспертом системы количественных значений параметров на базе предлагаемого комплексного критерия и составляют 22,4 %. При этом рациональный вариант расположения границ дает снижение ошибки принятия решения почти в 2,5 раза по отношению к текущему состоянию оценки (исследования повреждений) кузовных деталей экспертом.





**Рис. 12.** Пример рационального расположения границ между видами ремонта на фоне функций распределения вероятностей сочетания характеристик повреждения кузовной детали:

*a* — в чистом виде; *б* — со стоимостным весом

Таблица 2

**Результаты расчета целевой функции модели с определением координат при различном количестве выделяемых видов ремонта**

Параметр	Средневзвешенная ошибка назначения экспертом вида ремонта	Координаты угловых точек границ зон (в масштабах для $h$ от 0 до 12, для $s$ от 0 до 15)	Значения площадей зон {1, 2, 3}
Значения при найденных рациональных зонах принятия различных видов ремонта, определенных по главному параметру № 1			
Отобранный минимум	0,223996	{{2,4},{6,2},{8,2}}	{2/45, 2/45, 1/45}
Дополнительный минимум	0,22441	{{0,0},{2,4},{8,2}}	{0, 2/45, 1/15}

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Принципы** создания методики определения границ принятия решения о виде ремонта поврежденной детали кузова автомобиля / В. А. Егоров, Г. Ш. Муравкина, Д. В. Галяткин // Автотранспортное предприятие. — 2011. — № 9. — С. 32—36.
- Некоторые** особенности реализации методики определения границ разделения типов ремонтного воздействия на детали кузова автомобиля / В. А. Егоров, Д. В. Галяткин, Г. Ш. Муравкина // Грузовик. — 2012. — № 6. — С. 22—25.
- Положение** ЦБ РФ № 432-П от 19.09.2014 г. "О единой методике определения размера расходов на восстановительный ремонт в отношении поврежденного транспортного средства" // Консорциум Кодекс Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации: [сайт]. 2021. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420223908> (дата обращения 05.01.2021).
- Kelling George L., Wilson James Q.** Broken windows: the police and neighborhood safety. AtlanticMonthly. 1982 Mar. 249 (3): 29—38.

# ГОРОДСКОЙ ПАССАЖИРСКИЙ НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

УДК 656(13+072)

DOI: 10.36652/1684-1298-2021-12-28-34

**М. А. Кудряшов**, ст. преподаватель кафедры "Автомобильные перевозки"  
ФГБОУ ВО "МАДИ", г. Москва, e-mail: sparky5@yandex.ru,

**Д. Г. Мороз**, канд. техн. наук, доцент, проектный менеджер Ассоциации содействия  
развитию транспортной отрасли "Транспортная Ассоциация Московской Агломерации",  
Москва, e-mail: morozmadi@mail.ru,

**А. В. Прокопенков**, ст. проектный менеджер Ассоциации содействия развитию  
транспортной отрасли "Транспортная Ассоциация Московской Агломерации", г. Москва

## АКТИВИЗАЦИЯ РОЛИ НАСЕЛЕНИЯ В ОБЩЕСТВЕННОМ КОНТРОЛЕ И УПРАВЛЕНИИ ЗЕЛЕННОЙ МОБИЛЬНОСТЬЮ НАЗЕМНОГО ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА И ЕЕ ИНФРАСТРУКТУРОЙ

*В статье представлено краткое описание проекта "Активизация роли населения в общественном контроле и управлении зеленой мобильностью наземного городского пассажирского транспорта и ее инфраструктурой" признанного победителем конкурсного отбора заявок социально ориентированных некоммерческих организаций для предоставления Гранта Мэра Москвы из бюджета города Москвы в 2020 году в номинации "Экология мегаполиса" и методика социологического исследования по опросу жителей, пассажиров и водителей электробусов в рамках реализации проекта (регистрационный номер заявки 2020—0286).*

**Ключевые слова:** наземный городской пассажирский транспорт, экология, зеленая мобильность, электробус, инфраструктура, социологическое исследование.

*The article presents a meek description of the project "Activating the role of the population in public control and management of green mobility of ground urban passenger transport and its infrastructure" recognized as the winner of the competitive selection of applications of socially oriented non-profit organizations for the provision of the Moscow Mayor's Grant from the Moscow city budget in 2020 in the nomination "Ecology of the metropolis" and also presents a method of sociological research on the survey of residents, passengers and drivers of electric buses as part of the project (application registration number 2020-0286).*

**Keywords:** ground urban passenger transport, ecology, green mobility, electric bus, infrastructure, sociological research.

---

Ссылка для цитирования

**Кудряшов М. А., Мороз Д. Г., Прокопенков А. В.** Активизация роли населения в общественном контроле и управлении зеленой мобильностью наземного городского пассажирского транспорта и ее инфраструктурой // Журнал "Грузовик", 2021. № 12. С. 28—34.

Link for citation

**Kudryashov M. A., Moroz D. G., Prokopenkov A. V.** Activation of the population role in public control and management of green mobility of land urban passenger transport and its infrastructure // Journal "Truck", 2021. No. 12. P. 28—34.

---

## Введение

В статье приведены результаты реализации проекта "Активизация роли населения в общественном контроле и управлении зеленой мобильностью наземного городского пассажирского транспорта и ее инфраструктурой", признанного победителем конкурсного отбора заявок социально ориентированных некоммерческих организаций для предоставления Гранта Мэра Москвы из бюджета города Москвы в 2020 г. в номинации "Экология мегаполиса".

Направлением проекта является содействие развитию охране окружающей среды (зеленой мобильности) и транспортной инфраструктуры города Москвы. Мероприятия проекта направлены на активизацию вовлечения жителей и других целевых аудиторий в контроль и управление зеленой мобильностью и транспортной инфраструктурой. Основной целевой аудиторией являются пассажиры и водители транспортных средств. Результаты могут быть использованы при разработке планов модернизации транспортной системы. Характер планируемой деятельности представляет собой совокупность практических и социологических исследований по анализу и оценке проблем организации зеленой мобильности и транспортной инфраструктуры. Ожидаемым социальным эффектом является повышение уровня вовлеченности жителей города в решение городских транспортных проблем.

Объектом исследования является наземный электрический безрельсовый городской пассажирский транспорт общего пользования города Москвы. Целью работы является комплексное развитие зеленой мобильности и инфраструктуры города с использованием механизмов вовлечения жителей и других целевых аудиторий в принятии решений. Методами проведения работы являются социологическое исследование методом анкетирования, статистический анализ и другие научные методы.

Конечной областью применения результатов являются мероприятия, направленные на снижение вредных выбросов в атмосферу от транспортных средств, повышение безопасности, в том числе экологической. Указанные мероприятия являются важнейшей задачей планирования транспортной инфраструктуры, технологии организации перевозочного процесса и государственного регулирования транспортной деятельности [1]. Реализация проекта будет содействовать органам исполнительной и законодательной власти

в учете мнений жителей города при подготовке нормативно-правовых актов, направленных на развитие зеленой мобильности и совершенствование транспортной инфраструктуры. Операторы наземного пассажирского транспорта будут иметь возможность разрабатывать мероприятия по планированию структуры своих парков подвижного состава. Студенты и преподаватели профильных учебных заведений могут использовать материалы при подготовке к лекционным и практическим занятиям, выполнении ВКР, курсовых и других видов работ. Наибольший ожидаемый эффект связан с планами увеличения уровня вовлеченности граждан (целевых аудиторий) в контроль и содействие развитию зеленой мобильности и транспортной инфраструктуры.

## Описание проекта

**Сущность проблемы.** Система городского пассажирского транспорта является важнейшей социальной сферой города Москвы. От эффективности ее функционирования зависит качество жизни населения и продуктивность работы различных отраслей экономики. Переход к принципам зеленой мобильности является единственным реальным решением проблемы сокращения выбросов вредных веществ от транспортных средств в атмосферу и методом достижения экологических целей [2]. Совершенствование транспортной инфраструктуры позволит обеспечить введение зеленой мобильности. Реализацию мер для обеспечения успешного перехода к принципам зеленой мобильности необходимо выполнять в тесном взаимодействии с жителями города.

**Серьезность, распространенность и продолжительность проблемы.** Город Москва является одной из крупнейших агломераций мира. Фактическая численность населения превышает 15–16 млн чел. На транспорте общего пользования в городе Москве совершается более 14 млн поездок в сутки и более 5 млрд поездок за год. Ускоренные модели городского развития делают город центром угрозы окружающей среде и здоровью людей. Поскольку городское население постоянно растет, качество городской среды будет играть все более важную роль в общественном здравоохранении и качестве жизни. Более 70 % загрязнения воздуха приходится на автотранспортные средства, их плохое техническое обслуживание, отсутствие надлежащей инфраструктуры, низкое качество топлива и недостаточное использование транспорта общего пользования [1].

**Статистическая и аналитическая информация о проблеме.** Источниками статистической и аналитической информации являются отчетные материалы Департамента транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Москвы, Департамента жилищно-коммунального хозяйства города Москвы и его подведомственных организаций, аналитические обзоры и др.

**Предпринимаемые меры по решению проблемы и их эффективность.** В настоящее время для улучшения структуры транспортной системы и снижения отрицательного воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду предлагается осуществить ряд мер, основные из которых направлены на увеличение провозной способности электрического транспорта общего пользования и повышение качества транспортного обслуживания населения [3, 4]. Приоритетным является одновременное сдерживание использования личных транспортных средств в рабочие дни.

**Потенциальные угрозы бездействия.** Опасность нарушения устойчивости и надежности экосистемы Москвы, что представляет серьезную опасность для здоровья населения.

**Значимость ожидаемых результатов Проекта для улучшения жизни москвичей и развития города.** Снижение вредных выбросов в атмосферу от транспортных средств, повышение безопасности, в том числе экологической, являются важнейшей задачей планирования транспортной инфраструктуры, технологии организации перевозочного процесса и государственного регулирования транспортной деятельности [5, 6]. Реализация проекта будет содействовать органам исполнительной и законодательной власти в учете мнений жителей города при подготовке нормативно-правовых актов и мероприятий, направленных на развитие зеленой мобильности и совершенствование транспортной инфраструктуры. Операторы наземного пассажирского транспорта будут иметь возможность разрабатывать мероприятия по планированию структуры своих парков подвижного состава. Студенты и преподаватели профильных учебных заведений могут использовать материалы при подготовке к лекционным и практическим занятиям, выполнении ВКР, курсовых и других видов работ. Наибольший ожидаемый эффект связан с планами увеличения уровня вовлеченности граждан (целевых аудиторий) в контроль и содействие развитию зеленой мобильности и транспортной инфраструктуры.

## Методика оценки актуальности проведения социологического исследования

Анализ ранее выполненных исследований предлагается выполнить с использованием адаптированной методологии PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Методология PRISMA является обязательной к использованию при выполнении систематических обзоров и метаанализов исследований в области медицины в США. Согласно открытым источникам не менее 174 научных журналов в США не принимают к рассмотрению аналитические и обзорные научные статьи, не отвечающие требованиям методологии PRISMA [7].

Авторами была выполнена адаптация методологии с учетом объекта и предмета исследования, наличия расширенного доступа к различным реферативным и библиографическим базам данных научных трудов. Общая адаптированная схема методологии PRISMA представлена на рис. 1.

При подготовке запросов в базы данных научных публикаций были определены следующие цели исследований:

1. Социологические исследования качества транспортного обслуживания населения на электротранспортных маршрутах.
2. Социологические исследования мероприятий, направленных на развитие "зеленой" мобильности.

После определения исследуемых целей был сформирован перечень ключевых поисковых слов поиска по базам данных научных публикаций для цели 1 (табл. 1) и цели 2 (табл. 2). Необходимо отметить, что формирование ключевых слов возможно различными методами.

1. С помощью различных программных продуктов (пр. Key Collector) и онлайн сервисов (пр. Google Analytics, Яндекс.Вордстат), используемых, как правило, для составления сематического ядра, с последующей оценкой частотности и кластеризацией поисковых запросов с учетом их семантики (сигнификативных и денотативных значений).

2. С использованием метода "снежинки" путем перебора и анализа ключевых слов в ранее опубликованных исследованиях с последующей кластеризацией поисковых запросов с учетом их семантики (сигнификативных и денотативных значений).

При формировании перечня поисковых запросов авторы использовали оба подхода с последующим исключением дубликатов.

# ГОРОДСКОЙ ПАССАЖИРСКИЙ НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

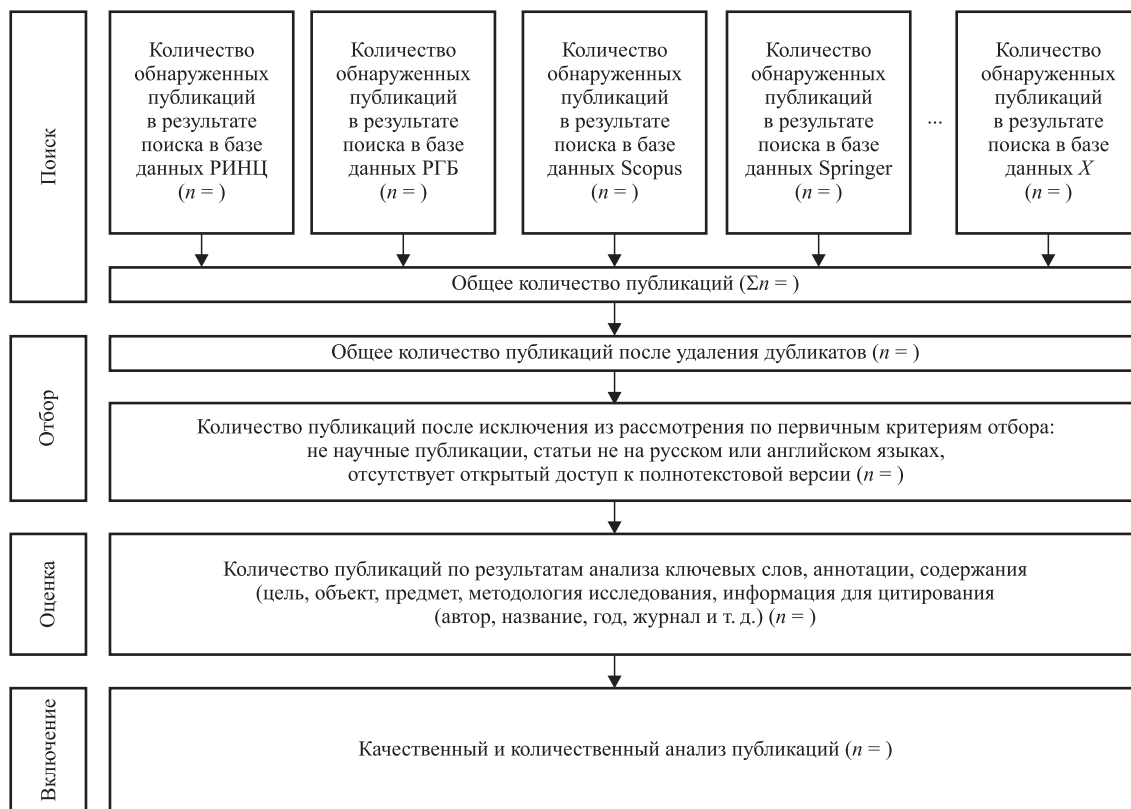


Рис. 1. Схема применения методологии PRISMA

Таблица 1

## Перечень ключевых слов (цель 1)

Ключевое слово* 1	Оператор** 1	Ключевое слово 2	Оператор 2	Ключевое слово 3
Электробус/Electric bus	"+", "&", "&&", "()", "AND", "SAME", "NEAR".	Качество/Quality	"+", "&", "&&", "()", "AND", "SAME", "NEAR".	Опрос/Poll
<p>* В случае исключительного использования оператора объединения ключевые слова были объединены в одну ячейку.  ** Форма записи оператора зависит от поисковой системы</p>				

Таблица 2

## Перечень ключевых слов (цель 2)

Ключевое слово 1	Оператор 1	Ключевое слово 2	Оператор 2	Ключевое слово 3	Оператор* 3	Ключевое слово 4
Электробус/ Electric bus	"+", "&", "&&", "()", "AND", "SAME", "NEAR".	Зеленый/Green	"+", "&", "&&", "()", "AND", "SAME", "NEAR".	Мобильность (Mobility)	"+", "&", "&&", "()", "AND", "SAME", "NEAR".	Опрос/Poll
		Устойчивый/ Sustainable		Транспорт (Transport)		
		Перевозки (Transportation)				

# ГОРОДСКОЙ ПАССАЖИРСКИЙ НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

При направлении запросов в поисковые системы были поочередно использованы все операторы с поочередным перебором ключевых слов. Необходимо отметить, что поиск осуществлялся на русском и английском языках. Получение библиометрических и количественных показателей также возможно автоматизировать с использованием программных комплексов (пр. Mendeley, JabRef, Microsoft Excel, R Project с надстройкой Bibliometrix).

Выполненный анализ не выявил комплексных социологических исследований, посвященных вопросам оценки качества транспортного обслуживания населения на электробусных маршрутах и исследованиям мероприятий, направленных на развитие "зеленой" мобильности. В большинстве своем указанные вопросы решены методом экспертной оценки авторов.

**Программа проведения социологического исследования.** В соответствии с календарным планом проекта запланирована организация социологического исследования по опросу жителей, пассажиров и водителей транспортных средств.

Указанное мероприятие направлено на повышение уровня участия и осведомленности целевых аудиторий по вопросам управления "зеленой" мобильностью и транспортной инфраструктурой и является одним из показателей результативности предоставления Гранта, количественным измерением которого является один опрос и 350 респондентов.

В качестве целевой аудитории определены три категории интервьюируемых: жители, пассажиры и водители транспортных средств. Для каждой целевой аудитории предполагается собственная форма проведения обследования.

В целях гарантированного обеспечения получения качественных результатов предлагается увеличение общего объема выборки (390 чел.). Указанное количество респондентов рассчитано исходя из доверительной вероятности (точности) 95 % и доверительным интервалом (погрешности) 5 % (табл. 3).

Проведение исследования предполагается выполнить в три этапа (табл. 4).

При разработке анкеты вопросы были разделены на три категории, позволяющие оценить осведомленность, удовлетворенность и получить предложения от целевых аудиторий по управлению "зеленой" мобильностью наземного городского пассажирского транспорта и ее инфраструктурой. Общее количество вопросов для каждой целевой аудитории не менее 25. В каждой категории вопросов заданы индикаторы, позволяющие оценить отдельные параметры каждой категории вопросов (табл. 5).

При планировании исследования Ассоциация "ТАМА" также руководствовалась [8–10].

По результатам апробации методики проведения социологического исследования в рамках ежегодной научно-методической и научно-исследовательской конференции в ФГБОУ ВО "Москов-

Таблица 3

Методика проведения исследования

Целевая аудитория	Жители	Пассажиры	Водители ТС
Методология анкетирования	Заочно (on-line)	Очно (в салоне ТС)	Самозаполнение анкет
Объем выборки ( $p = 0,95, \Delta = 5 \%$ )	130	130	130

Таблица 4

План этапов и сроков социологического исследования

Этап	Сроки выполнения социологического исследования жителей и пассажиров	Сроки выполнения социологического исследования водителей ТС
1. Полевые работы, направление запросов в предприятия	01.04.2021—01.07.2021	01.04.2021—10.04.2021
2. Сбор материала, контроль качества заполнения анкет	02.07.2021—31.07.2021	01.05.2021—01.07.2021
3. Обработка результатов, формирование итогового отчета	01.08.2021—30.09.2021	



Общие параметры анкет

Категория вопроса	Осведомленность	Удовлетворенность	Предложения
Форма	Закрытая (альтернативная и шкальная)	Закрытая (альтернативная и шкальная)	Закрытая (шкальная и альтернативная) и открытая
Количество вопросов	Не менее 10	Не менее 10	Не менее 5
Индикаторы	О принимаемых мерах	Доступность	Приоритетные мероприятия
	Заинтересованность	Надежность	Предлагаемые мероприятия
		Комфортность	
		Оценка проблем	
		Оценка изменений	
Общая удовлетворенность			

ский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ) Ассоциацией "ТАМА" получены рекомендации о необходимости разработки индивидуальных форм анкет и соответствующего перечня вопросов по оценке осведомленности, удовлетворенности и предложениях для каждой целевой аудитории (водители, пассажиры, жители).

## Заключение

В соответствии с полученными рекомендациями были разработаны три формы анкет и соответствующие перечни вопросов, позволяющие оценить различные индикаторы осведомленности, удовлетворенности и получить предложения по мерам развития "зеленой" мобильности наземного городского пассажирского транспорта и ее инфраструктуры.

Анкетирование жителей выполнено с использованием on-line платформ. Форма анкеты доступна по ссылке [11]. Информация о проведении социологического исследования по опросу опубликована в открытом доступе на официальном сайте Ассоциации "ТАМА" и в социальных сетях: Twitter, ВКонтакте, Facebook.

Дополнительно интервьюерами проводились полевые исследования с предложением жителям пройти социологическое исследование путем сканирования QR-кода (рис. 2) объективом камеры смартфона.

По результатам проведения социологического исследования общее количество опрошенных жителей составило 1440 чел.



Рис. 2. QR-код ссылки для прохождения социологического исследования

Социологическое исследование по опросу пассажиров выполнено натурным методом в салоне транспортных средств (электробусов). По результатам социологического исследования общее количество опрошенных пассажиров — 150 чел.

Анкетирование водителей электробусов выполнено путем направления запроса в предприятие о проведении анкетирования в соответствии с разработанной формой анкет.

По результатам проведения социологического исследования опрошено 190 водителей электробусов, из них 85 водителей филиала "Центральный" ГУП "Мосгортранс" и 105 водителей филиала "Северо-Восточный" ГУП "Мосгортранс".

Направлением дальнейших исследований являются:

1. Представление качественных и количественных результатов оценки актуальности проведения социологического исследования методом PRISMA.

2. Эмпирический анализ и сравнительная оценка результатов социологического исследования по опросу жителей, пассажиров и водителей транспортных средств.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Айриев Р. С., Кудряшов М. А. Перспективы экологической транспортной системы в мегаполисе // Мир транспорта. — 2018. — Т. 16. — № 2. — С. 220–232.
2. Кудряшов М. А., Прокопенков А. В., Айриев Р. С. К вопросу нормативного обеспечения эксплуатации пассажирских электрических транспортных средств // Мир транспорта. — 2020. — Т. 18. — № 1. — С. 196–211. <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2020-18-196-211>.
3. Кудряшов М. А., Прокопенков А. В., Айриев Р. С. Методический подход к организации перевозок на электробусных маршрутах // Мир транспорта. — 2021. — Т. 18. — № 5. — С. 152–170. <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2020-18-152-170>.
4. Кудряшов М. А., Мороз Д. Г., Прокопенков А. В. Методический подход к оценке качества транспортного обслуживания на электробусных маршрутах // Грузовик. — 2020. — № 7. — С. 33–38.
5. Блудян Н. О. Оценка перспективы использования электрических автобусов на городском транспорте // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. — 2020. — № 8. — С. 28–36.
6. Блудян Н. О. Перспективы развития электрических автобусов // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). — 2020. — № 3. — С. 19–24.
7. Moher D. et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement // PLoS medicine. — 2009. — Т. 6. — № 7. — С. e1000097.
8. Распоряжение Министерства транспорта РФ от 28 декабря 2016 г. № НА-197-р "Об утверждении Примерной программы регулярных транспортных и транспортно-социологических обследований функционирования транспортной инфраструктуры поселений, городских округов в Российской Федерации".
9. Распоряжение Минтранса России от 31.01.2017 № НА-19-р "Об утверждении социального стандарта транспортного обслуживания населения при осуществлении перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом".
10. Письмо Госкомстата России от 14 февраля 2002 г. № ОР-09-23/692 "О Методологических рекомендациях по проведению обследования по определению степени использования общественного транспорта различными категориями граждан (транспортной подвижности граждан)".
11. Форма анкеты для проведения опроса жителей. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScmJJoOe0SsqkIjDOW58LzhPdcEcCl4\\_Y0Ag0YrtjLX-QQk1gA/viewform](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScmJJoOe0SsqkIjDOW58LzhPdcEcCl4_Y0Ag0YrtjLX-QQk1gA/viewform) свободный (дата обращения: 12.08.2021).

## ИЗДАТЕЛЬСТВО

### "ИННОВАЦИОННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ"

принимает подписку на журнал

### "ГРУЗОВИК"

### ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКС. СПЕЦТЕХНИКА

на 2022 год

Подписавшись в издательстве, вы:

- 1) получаете без задержек журнал с первого номера;
- 2) экономите на стоимости почтовой доставки;
- 3) получаете скидку до 5 %.

Наши реквизиты:

E-mail: [realiz@mashin.ru](mailto:realiz@mashin.ru)

Тел.: 8 (495) 785-60-69.

Отдел продаж, маркетинга, рекламы

[WWW.MASHIN.RU](http://WWW.MASHIN.RU)

**М. В. Банкет**, канд. техн. наук, доцент, декан факультета "Автомобильный транспорт", e-mail: mikhail\_banket@mail.ru,

**Д. В. Шаповал**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры "Организация перевозок и управление на транспорте", e-mail: dsh.omsk@mail.ru,

**С. С. Войтенков**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры "Организация перевозок и управление на транспорте", e-mail: voiser@mail.ru, ФГБОУ ВО "Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)", г. Омск

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА НА КОММЕРЧЕСКОМ АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ХЛЕБА В Г. ОМСКЕ

*В статье представлены результаты анализа научных исследований по применению компримированного природного газа на автомобильном транспорте. Рассмотрены причины, ограничивающие повсеместное использование данного вида моторного топлива. Для эффективной эксплуатации коммерческих транспортных средств на компримированном природном газе важно учитывать взаимное расположение действующих заправочных станций и мест дислокации транспортных средств предприятий.*

*При расчете срока окупаемости и затрат на топливо грузового автомобиля для эксплуатации на компримированном природном газе не учитывается пробег до места заправки, что снижает экономическую эффективность применения КПГ.*

*В настоящем исследовании разработана и апробирована математическая модель определения эксплуатационных затрат на топливо в зависимости от пробега от места стоянки грузовых автомобилей до места заправки.*

**Ключевые слова:** автомобильный транспорт, компримированный природный газ, автогазонаполнительные компрессорные станции, затраты на топливо, пробег до места заправки.

*The article presents the results of the analysis of scientific research on the use of compressed natural gas in road transport. The reasons limiting the widespread use of this type of motor fuel are considered. For the efficient operation of commercial vehicles running on compressed natural gas, it is important to take into account the relative position of the existing filling stations and the locations of the enterprises' vehicles.*

*When calculating the payback period and fuel costs of a truck for operation on compressed natural gas, the mileage to the refueling point is not taken into account, which reduces the economic efficiency of using CNG.*

*In the present study, a mathematical model has been developed and tested for determining the operating costs of fuel depending on the mileage from the parking place of trucks to the place of refueling.*

**Keywords:** road transport, compressed natural gas, autogas filling compressor stations, fuel costs, mileage to the place of refueling.

---

Ссылка для цитирования

**Банкет М. В., Шаповал Д. В., Войтенков С. С.** Экономическая оценка использования природного газа на коммерческом автомобильном транспорте при перевозке хлеба в г. Омске // Журнал "Грузовик", 2021. № 12. С. 35—42.

Link for citation

**Banket M. V., Dmitry V. S., Voitenkov S. S.** Economic assessment of the use of natural gas on commercial automobile transport when transporting bread in Omsk // Journal "Truck", 2021. No. 12. P. 35—42.

---

## Введение

Эффективность использования природного газа на автомобильном транспорте не вызывает сомнений, что обусловлено не только его стоимостью, но и значительно меньшим воздействием на окружающую среду по сравнению с традиционными видами моторного топлива [1—4].

Наряду с экологическими проблемами автомобильный транспорт сталкивается с постоянным ростом стоимости моторного нефтяного топлива. В связи с этим у автотранспортных предприятий увеличиваются затраты на топливо. И, следовательно, повышается стоимость автотранспортных перевозок.

Однако в нашей стране повсеместное использование природного газа на транспортных средствах затруднено рядом причин. Наиболее значимыми причинами являются недостаточно развитая инфраструктура заправочных станций, масса баллонов для сжатого природного газа (КПГ) и их вместимость, стоимость газобаллонного оборудования, что подтверждено в научных публикациях [5—8]. В зарубежных странах причины, сдерживающие развитие КПГ на автомобильном транспорте аналогичны, но имеют ряд особенностей, так как в большей степени природный газ в этих странах импортируется [9, 10].

Безусловно, за последние годы РФ сделала значительные шаги по расширению инфраструктуры использования природного газа. По данным "Газпром газомоторное топливо", на декабрь 2020 г. в России насчитывалось 530 автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС), на середину 2021 г. их уже более 600 единиц [11].

Так, в г. Омске за последние три года были запущены в эксплуатацию две АГНКС и одна в Омской области.

С появлением АГНКС стали появляться автобусы, грузовые и легковые автомобили, работающие на КПГ, но их количество на текущий момент незначительно по сравнению с парком газобаллонных автомобилей, работающих на СУГ, так как в Омске и Омской области имеется развитая инфраструктура для использования сжиженного нефтяного газа (СУГ). В Омске работает более 40 тыс. автотранспортных средств на СУГ при достаточно развитой сети заправок и станций, на которых осуществляется техническое обслуживание газобаллонных автомобилей [12].

Все это говорит о дальнейшей перспективе развития КПГ в регионах и увеличении количества транспортных средств, работающих на КПГ.

Ожидается, что по итогам госпрограммы к 2024 г. объем потребления ГМТ увеличится до 2,7 млрд куб. м в год, количество АГНКС вырастет до 1273 единиц. Количество автотранспорта на газовом топливе вырастет до 200 000 единиц к 2024 г. [11].

Правительство РФ поддерживает развитие российского рынка газомоторного топлива. На данный момент уже в нескольких регионах работают программы, направленные на стимулирование переоборудования автотранспортных средств для работы на КПГ, в том числе Программы стимулирования переоборудования техники (КПГ) программа "Полгода без забот" [13].

Запущен федеральный проект "Чистый воздух" в рамках реализации национального проекта "Экология", который направлен на кардинальное снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах [14].

Одной из проблем повышения использования КПГ в РФ является не развитая сеть автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) и то, что существующие АГНКС удалены от мест дислокации возможных потребителей — автотранспортных предприятий (АТП). Эта проблема актуальна и для г. Омска и Омской области.

Наличие такого количества АГНКС в г. Омске предполагают различный пробег от места стоянки грузовых автомобилей для разных предприятий до места заправки КПГ оказывает влияние на экономический эффект от переоборудования и срок окупаемости затрат на переоборудование.

Отсутствие теоретических положений, адекватно отражающих практику, обуславливает непринятый обоснованных решений. Это указывает на наличие проблемы, актуальности ее решения в интересах практики при обосновании выбора вида топлива при перевозке грузов автомобильным транспортом. Проблема заключается в том, что при переоборудовании автомобиля и расчете срока окупаемости не учитывается пробег до места заправки. Это очень актуально, когда количество АГНКС в городе мало (как сейчас в г. Омске).

Основными возможными потребителями КПГ, как моторного топлива, в городе Омске является кроме общественного автобусного транспорта (который уже использует КПГ в качестве топлива), также и грузовой транспорт, находящийся на балансе АТП, но в настоящее время доля грузовых автомобилей в городе Омске, использующих КПГ

в качестве топлива, очень мала. Сдерживающим фактором использования КПП на автомобильном транспорте является малое количество АГНКС, а следовательно, значительная удаленность АГНКС от большинства предприятий.

Для определения затрат на пробег до АГНКС от предприятия (места стоянки автомобилей) предлагается разработанная математическая модель.

### Математическая модель определения затрат на пробег до АГНКС от предприятия (места стоянки автомобилей)

Затраты на пробег до АГНКС рассчитываются согласно разработанной математической модели:

$$X = \sum_{i=1}^m a_i, \quad (1)$$

где  $m$  — конечное значение при учете всех переменных.

Среднеарифметические значения затрат при различных переменных и зависимости данных переменных представлены в табл. 1.

В разработанной математической модели базовым является критерий минимизации затрат на заправку грузовых автомобилей разноудаленных предприятий от разных АГНКС.

Исходные данные для расчета значений затрат, учитывающих установленные переменные, представлены в табл. 2.

Расчетные формулы затрат, учитывающих установленные переменные, представлены в табл. 3.

Таблица 1

**Затраты при различных переменных и зависимость данных переменных**

Переменные и среднеарифметические значения затрат, их учитывающие	Зависимость переменной
$x_1 \rightarrow a_1, a_4, a_5, a_7$	Изменение расстояния от предприятия (места стоянки грузовых автомобилей) до места заправки КПП
$x_2 \rightarrow a_2, a_4, a_6, a_7$	Количество одновременно заправляющихся транспортных средств на АГНКС
$x_3 \rightarrow a_3, a_5, a_6, a_7$	Время заправки на посту АГНКС одного транспортного средства

Таблица 2

**Исходные данные для расчета значений затрат, учитывающих установленные переменные**

Параметр	Описание
$l_{\text{нул}}$	Расстояние от предприятия (места стоянки грузовых автомобилей) до АГНКС, км
$P$	Нормативный расход КПП грузового автомобиля, м <sup>3</sup> /100 км
$C_{\text{КПП}}$	Стоимость КПП, руб./м <sup>3</sup>
$N$	Количество грузовых автомобилей предприятия, ед.
$t_3$	Время движения грузового автомобиля от предприятия (места стоянки) до поста АГНКС, ч
$C_{\text{Тч}}$	Часовая тарифная ставка водителя, руб./ч
$N_{\text{в}}$	Количество водителей, чел.
$n$	Количество постов заправки на АГНКС, ед.
$t_{\text{запр}}$	Время на заправку КПП грузового автомобиля, ч

Таблица 3

**Расчетные формулы затрат, учитывающих установленные переменные**

Переменные и затраты, их учитывающие	Расчетная формула
$x_1 \rightarrow b_1$	$b_1 = l_{\text{нул}} \cdot P \cdot C_{\text{КПП}} \cdot N$
$x_2 \rightarrow b_2$	$b_2 = \frac{N t_3 C_{\text{Тч}} N_{\text{в}}}{n}$
$x_3 \rightarrow b_3$	$b_3 = t_{\text{запр}} C_{\text{Тч}} N_{\text{в}}$
$x_1, x_2 \rightarrow b_4$	$b_4 = b_1 + b_2$
$x_1, x_3 \rightarrow b_5$	$b_5 = b_1 + b_3$
$x_2, x_3 \rightarrow b_6$	$b_6 = b_2 + b_3$
$x_1, x_2, x_3 \rightarrow b_7$	$b_7 = b_1 + b_2 + b_3$

Среднеарифметические значения затрат при переменных  $x_1, x_2, x_3$  рассчитываются по формуле

$$a_i = \frac{\sum_{j=1}^m b_{ij}}{8}. \quad (2)$$

При изменении трех переменных от минимальных до максимальных значений можно провести не более восьми расчетов.

## Результаты экспериментальных исследований

Таблица 4

Краткая техническая характеристика ГАЗ-172412

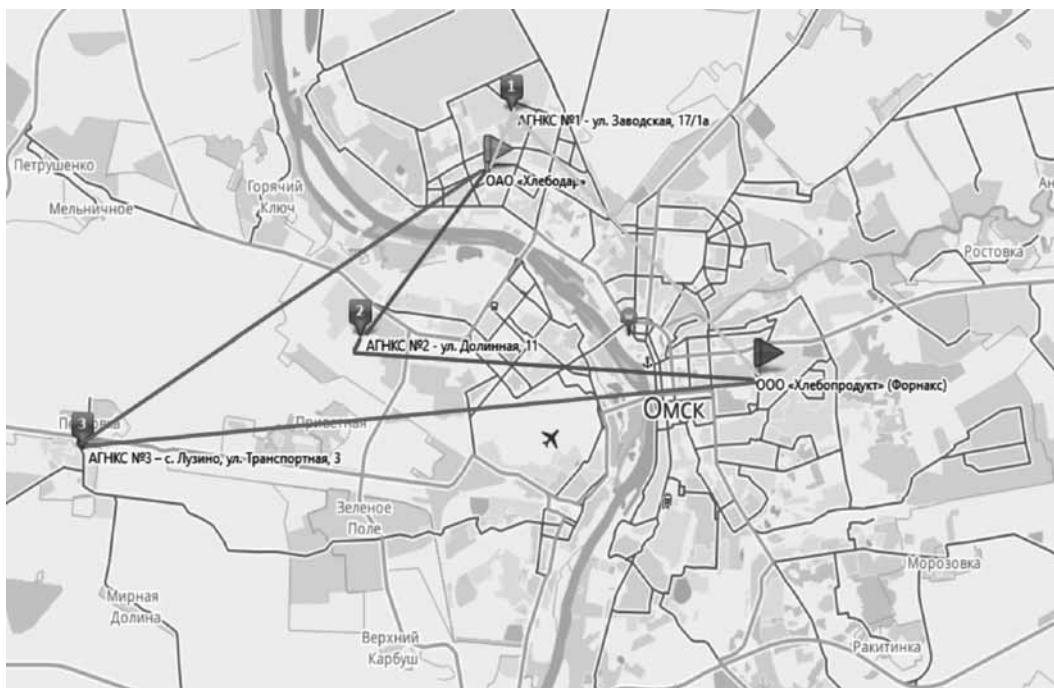
Показатель	Значение
Длина, мм	5480
Ширина, мм по зеркалам по кабине по бортовой платформе	2380; 1998; 2066
Высота по кабине, мм	2120
Снаряженная масса автомобиля, кг	1840
Максимальная разрешенная масса, кг	3500
Количество лотков, ед.	144
Вид топлива	Бензин АИ-92
Контрольный расход топлива, л/100 км	16,5

В качестве объекта исследований выбраны грузовые автомобили предприятий ООО "Хлебопродукт" (Форнакс) и ОАО "Хлебодар".

Основным подвижным составом, используемым на предприятии, являются хлебные фургоны марки ГАЗ-172412. Основные технические характеристики указанных автомобилей представлены в табл. 4.

Размещение действующих АГНКС и рассматриваемых предприятий представлено на рис. 1.

Для моделирования затрат грузового транспорта, в перспективе использующего в качестве топлива КПГ, на пробег в зависимости от расстояний от предприятий до места заправки с учетом сложившейся инфраструктуры необходимо определить эти расстояния, результаты представлены в табл. 5.



Условные обозначения:

- ООО «Хлебопродукт» (Форнакс) — ул. 26-я линия, 89
- ОАО «Хлебодар» — ул. 19 Партсъезда, 34
- АГНКС № 1 — ул. Заводская, 17/1а
- АГНКС № 2 — ул. Долинная, 11
- АГНКС № 3 — с. Лузино, ул. Транспортная, 3

Рис. 1. Размещение действующих АГНКС и рассматриваемых предприятий в г. Омске и Омской области



# ПРАКТИКА

Таблица 5

**Расстояния от рассматриваемых предприятий до АГНКС, км**

Предприятия	Расстояния до АГНКС, км		
	АГНКС № 1	АГНКС № 2	АГНКС № 3
ООО "Хлебопродукт" (Форнакс)	17,0	19,0	30,0
ОАО "Хлебодар"	3,5	13,0	27,0

В зависимости от полученных расстояний выполним расчеты затрат на пробег от места стоянки грузовых автомобилей до места заправки.

Как видно из рис. 1 и табл. 5, местонахождение АГНКС в с. Лузино значительно удалено от рассматриваемых предприятий, что значительно увеличивает нулевые пробеги, поэтому в дальнейших исследованиях будем рассматривать только АГНКС № 1 и АГНКС № 2.

Исходные данные для расчета эксплуатационных затрат на топливо в зависимости от пробега

от места стоянки грузовых автомобилей до места заправки (выбран самый короткий маршрут) по разработанной математической модели для ООО "Хлебопродукт" (Форнакс) и ОАО "Хлебодар" представлены в табл. 6.

Результаты расчета среднеарифметических значений затрат представлены в табл. 7.

После расчета среднеарифметических значений затрат при рассматриваемых переменных можно определить средние затраты на топливо на пробег одного грузового автомобиля до места заправки (АГНКС), они составляют:

Для ООО "Хлебопродукт" (Форнакс)

$$X = 47,6 + 21,2 + 7,7 + 68,0 + 55,3 + 28,8 + 76,4 = 305 \text{ руб.}$$

Для ОАО "Хлебодар"

$$X = 9,8 + 4,4 + 7,7 + 14,2 + 17,5 + 12,0 + 21,4 = 87 \text{ руб.}$$

Для подтверждения гипотезы влияния расстояния от места стоянки грузовых автомобилей

Таблица 6

**Исходные данные для расчета затрат на пробег до места заправки**

Рассчитываемый показатель	Обозначение	Значение от		Значение до	
		ООО "Хлебопродукт"	ОАО "Хлебодар"	ООО "Хлебопродукт"	ОАО "Хлебодар"
$y_1$	$l$ , км	17,0	3,5	17,0	3,5
	$P$ , м <sup>3</sup> /100 км	16,5	16,5	16,5	16,5
	$\Pi_{\text{КПГ}}$ , руб./м <sup>3</sup> [16]	19,8			
	$N$ , ед.	1			
$y_2$	$V_T$ , км/ч	16	16	27	27
	$t_3$ , ч	0,22	1,06	0,13	0,63
	$C_{\text{тч}}$ , руб./ч	150			
	$N_B$ , чел.	1			
	$n$ , ед.	6			
$y_3$	$t_{\text{запр}}$ , ч	0,05			

Таблица 7

**Среднеарифметические значения затрат**

Предприятие	Среднеарифметические значения затрат при переменных $x_1, x_2, x_3$						
	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$
ООО "Хлебопродукт"	47,6	21,2	7,7	68,8	55,3	28,8	76,4
ОАО "Хлебодар"	9,8	4,4	7,7	14,2	17,5	12,0	21,8

# ПРАКТИКА

до места заправки на эксплуатационные затраты на топливо, на экономический эффект и срок окупаемости при переоборудовании автомобиля для работы на КПГ были выполнены расчеты по методике, изложенной в работе Певнева Н. Г. [16]

Результаты расчета затрат на пробег до места заправки за месяц в зависимости от среднесуточного пробега автомобиля и расстояния пробега от места стоянки до места заправки представлены на рис. 2.

Результаты расчета экономического эффекта в месяц при переоборудовании (с бензина на КПГ) в зависимости от среднесуточного пробега и расстояния от места стоянки до места заправки представлены на рис. 3.

Результаты расчета срока окупаемости при переоборудовании (с бензина на КПГ) в зависимости от среднесуточного пробега и расстояния от места стоянки до места заправки представлены на рис. 4.

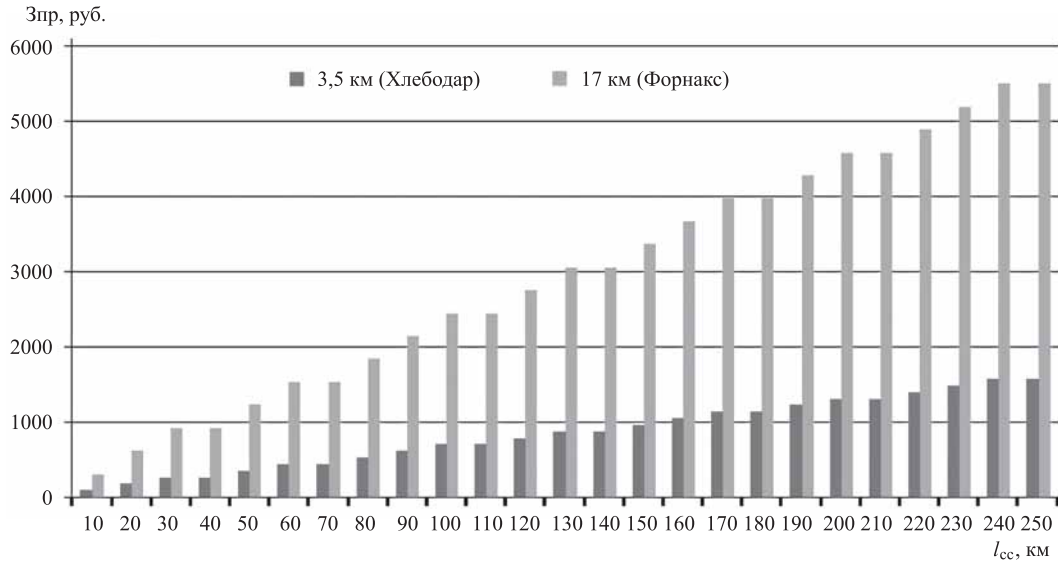


Рис. 2. Затраты на пробег до места заправки в месяц в зависимости от среднесуточного пробега автомобиля и расстояния пробега от места стоянки до места заправки на АГНКС, руб.

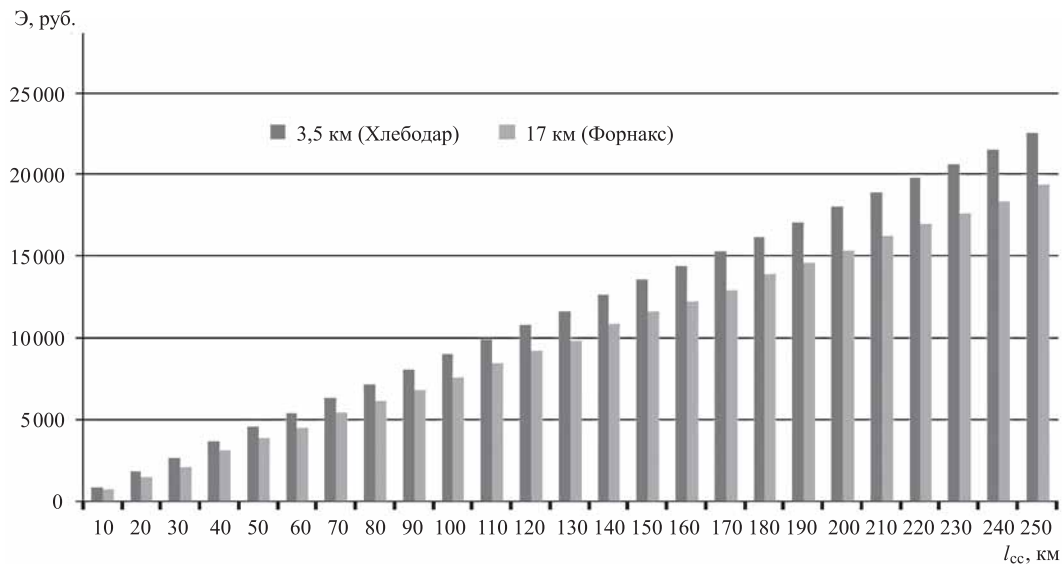


Рис. 3. Экономический эффект в месяц при переоборудовании (с бензина на КПГ) в зависимости от среднесуточного пробега и расстояния от места стоянки до места заправки

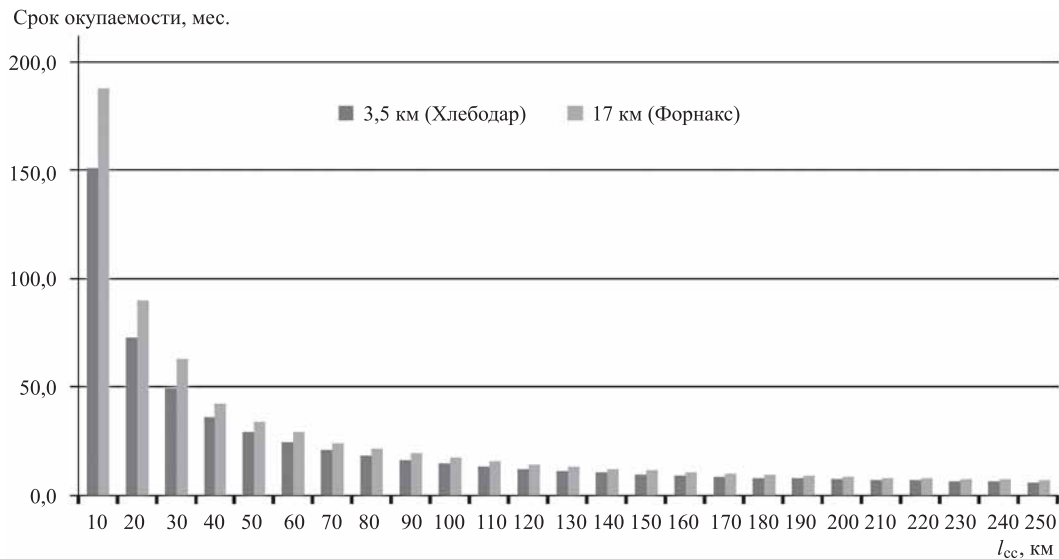


Рис. 4. Срок окупаемости при переоборудовании (с бензина на КПП) в зависимости от среднесуточного пробега (от 10 до 250 км) и расстояния от места стоянки до места заправки

## Закключение

По результатам исследований установлено, что расстояние от места стоянки до места заправки влияет на затраты на топливо, на пробег от места стоянки до места заправки, что в свою очередь влияет на экономический эффект от переоборудования и срок окупаемости в зависимости от среднесуточного пробега с учетом затрат на пробег от места стоянки до места заправки.

Доля затрат на топливо на пробег до АГНКС в общих затратах на топливо в зависимости расстояния от места стоянки до места заправки и зависимости от среднесуточного пробега составит:

— для ООО "Хлебопродукт" (Форнакс) при работе на КПП: от 27,1 до 34,3 %.

— для ОАО "Хлебодар" при работе на КПП: от 9,6 до 13,0 %.

Для ООО "Хлебопродукт" (Форнакс) целесообразно использовать в качестве топлива СУГ, это значительно минимизирует затраты на топливо, получаемые при пробеге от места стоянки до места заправки.

Для ОАО "Хлебодар" целесообразно использовать в качестве топлива КПП, поскольку затраты на топливо, получаемые при пробеге от места стоянки до места заправки, менее 15 %.

Обоснование выбора вида топлива при перевозке грузов автомобильным транспортом необходимо выполнять с учетом затрат на топливо на пробег от места стоянки грузовых автомобилей

до места заправки и в зависимости от среднесуточного пробега.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Cooper. J., Balcombe P.** Life cycle environmental impacts of natural gas drivetrains used in road freighting // 26th CIRP Conference on Life Cycle Engineering (LCE). — 2019. — P. 334—339.
2. **Чикишев Е. М., Анисимов И. А.** Использование природного газа на автомобильном транспорте как одна из мер улучшения экологической обстановки в городах // АвтоГазоЗаправочный комплекс + Альтернативное топливо. — 2018. — Т. 17. — № 3. — С. 99—107.
3. **Galbieri R., Brito T. L. F., Faga M. T. W.** Bus fleet emissions: new strategies for mitigation by adopting natural gas // Mitigation and adaptation strategies for global change. — 2018. — Vol. 23 (7). — P. 1039—1062.
4. **Khan M. I., Yasmin T., Shakoор A.** International experience with compressed natural gas (CNG) as environmental friendly fuel // Energy Systems. — 2015. — Vol. 6. — P. 507—531.
5. **Суворов А. С.** Перевод российского автотранспорта на газомоторное топливо осуществляется медленно // АвтоГазоЗаправочный комплекс + Альтернативное топливо. — 2019. — Т. 18. — № 12. — С. 556—557.
6. **Тимирханова Л. Ф., Пельменева А. А.** Факторы развития рынка газомоторного топлива в регионах РФ // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. — 2020. — № 8 (188). — С. 37—46.

7. **Батталханов А. А.** Перспективы автомобильных газонаполнительных компрессорных станций // АвтоГазоЗаправочный комплекс + Альтернативное топливо. — 2019. — Т. 18. — № 5. — С. 200—202.
8. **Зинин В. Л., Тавдишвили А. Е.** Внедрение автомобильных газонаполнительных компрессорных установок на территории домохозяйств и малых предприятий России и стран ЕАЭС // International Agricultural Journal. — 2021. — Т. 64. — № 2. — С. 162—173.
9. **Hagos D. A., Ahlgren E. O.** Well-to-wheel assessment of natural gas vehicles and their fuel supply infrastructures — Perspectives on gas in transport in Denmark // Transportation research part d-transport and environment. — 2018. — Vol. 65. — P. 14—359.
10. **Khan M. I., Yasmeen T., Chen B.** Exploring the potential of compressed natural gas as a viable fuel option to sustainable transport: A bibliography (2001—2015) // Journal of natural gas science and engineering. — 2016. — Vol. 31. — P. 351—381.
11. **Специальный** проект ведомости. Рынок газомоторного топлива в России вырос вопреки влиянию коронавируса [Электронный ресурс]. Дата обновления 21.01.2021. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2021/01/21/855025-rinok-gazomotornogo>.
12. **Певнев Н. Г., Банкет М. В., Бакунов А. С.** Развитие инфраструктуры использования сжатого природного газа в качестве моторного топлива на автомобильном транспорте // Научный рецензируемый журнал "Вестник СибАДИ". — 2015. — № 4 (44). — С. 24—30.
13. **Программы** стимулирования переоборудования техники (КПГ) программа "Полгода без забот" [Электронный ресурс]. Дата обновления 18.12.2019. URL: <https://www.xn---dtbhaacat8bfloi8h.xn--plai/sites/default/files/antistimul.pdf>.
14. **Федеральный** проект "Чистый воздух" Общая информация [Электронный ресурс]. Дата обновления 02.06.2021. URL: <https://rpn.gov.ru/activity/fresh-air/info/>
15. **Сеть АГНКС Газпром.** Цены на метан [Электронный ресурс]. Дата обновления 22.07.2021. URL: <https://gazprom-agnks.ru/prices>.
16. **Певнев Н. Г., Трофимова Л. С., Чебакова Е. О.** Технико-экономическое обоснование при проектировании предприятий автомобильного транспорта / Под ред. Н. Г. Певнева. — Омск: СибАДИ, 2017. —111 с.

## К 2030 г. доля электротранспорта составит не менее 15 %

Аккумуляторы электротранспорта содержат много ресурсов, которые необходимо перерабатывать не только с точки зрения экологии, но и с целью дешевого получения лития для новых аккумуляторов. Такое мнение высказал Д. А. Сахаров, проректор по экономике и инновациям РХТУ им. Д. И. Менделеева, в рамках круглого стола "Эффективные решения для развития электротранспорта в России", организованного Комиссией по экологии и охране окружающей среды Общественной палаты РФ.

В рамках выполнения международных обязательств по достижению углеродной нейтральности развитие электротранспорта стало особенно актуальным в российской экологической повестке. Министерство промышленности и торговли и Министерство экономического развития России при участии автопроизводителей и транспортных предприятий завершают работу над концепцией развития электротранспорта в РФ до 2030 г.

Общий бюджет проекта оценивается приблизительно в 590 млрд руб., из которых частные инвестиции составят порядка 500 млрд руб. По оценкам экспертов, доля электротранспорта на дорогах к 2030 г. должна составить не менее 15 % и для производства каждого автомобиля потребуется большое количество дорогостоящих химических веществ.

"Очевидно, что переход на электротранспорт приведет к образованию огромного количества вышедших из строя аккумуляторов. Мы должны идти на опережение и принимать меры для решения этой проблемы, которая станет для нас реальностью уже через несколько лет — отметил Дмитрий Андреевич. — Перед нами стоит задача создать систему, все элементы которой будут отвечать самым строгим экологическим нормам, в которой не будет "провала" в жизненном цикле элементов аккумуляторов электротранспорта. Ничто не должно быть выброшено на свалку, загрязняя окружающую среду, все должно быть переработано в максимальной степени. В XXI веке происходит постепенный переход на новые источники энергии, в частности на литий, который используется в аккумуляторах электротранспорта, мобильных телефонах, источниках бесперебойного питания. Для производства одной батареи для электромобиля Tesla Model S, например, требуется 63 кг лития. Получение лития из литий-ионных аккумуляторов поможет решить проблему ограниченности данного ресурса".

Компании, работающие над повышением энергоэффективности аккумуляторов электротранспорта и снижением их себестоимости за счет повторного использования ресурсов, подтвердили свою заинтересованность в максимальном использовании продуктов рециклинга, которые получаются в процессе переработки литий-ионных аккумуляторов и систем накопления энергии. АО "Русатом Гринвэй" планирует построить экотехнопарк "Центр" по переработке аккумуляторов электротранспорта, железнодорожного транспорта, мобильных устройств и источников бесперебойного питания в Дзержинске.

Эксперты отметили, что после окончания срока службы все аккумуляторы должны отправляться на переработку для решения не только экологической, но и экономической задач, так как они являются источниками ограниченных или импортируемых вторичных материальных ресурсов: пластика, цветных металлов, литиевого, никелевого, кобальтового концентратов, которые должны возвращаться в промышленный оборот.

*По материалам R. I. M. Communications Agency*

**Г. А. Чернова**, канд. техн. наук, доцент, Волжский политехнический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Волгоградский государственный технический университет, г. Волжский, e-mail: galina\_vat@mail.ru, **А. В. Попов**, ст. преподаватель, ВПИ (филиал) ФГБОУ ВО ВолгГТУ, г. Волжский, e-mail: alexandrus238@yandex.ru

## ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕВОЗКИ ПАССАЖИРОВ В ПРОЦЕССЕ КОНКУРСНОГО ОТБОРА ПЕРЕВОЗЧИКОВ

*В статье рассматриваются проблемы, возникающие при конкурсном отборе перевозчиков пассажиров по нерегулируемым тарифам. Федеральным законом определен порядок допуска перевозчиков на регулярные маршруты по нерегулируемым тарифам на основе конкурсного отбора по целевым критериям. Победитель определяется по сумме баллов, определенных по каждому критерию. Конкурс на право осуществления коммерческих перевозок по маршрутам проводится в целях отбора перевозчиков, обеспечивающих лучшие условия перевозки пассажиров, и является способом регулирования транспортного обслуживания для удовлетворения потребностей населения в безопасных и качественных перевозках. Установлено, что существующие критерии отбора не соответствуют современным требованиям. Даются предложения по совершенствованию критериев конкурсного отбора перевозчиков.*

**Ключевые слова:** перевозчик, транспорт общего пользования, безопасность дорожного движения, конкурсный отбор перевозчиков.

*The article deals with the problems that arise during the competitive selection of passenger carriers at unregulated tariffs. The Federal law defines the procedure for the admission of carriers to regular routes at unregulated tariffs on the basis of competitive selection according to target criteria. The winner is determined by the sum of the points determined for each criterion. The competition for the right to carry out commercial transportation on routes is held in order to select carriers that provide the best conditions for passenger transportation, and is a way of regulating transport services to meet the needs of the population in safe and high-quality transportation. It is established that the existing selection criteria do not meet modern requirements. Proposals are made to improve the criteria for the competitive selection of carriers.*

**Keywords:** carrier, public transport, road safety, competitive selection of carriers.

### Ссылка для цитирования

**Чернова Г. А., Попов А. В.** Оценка обеспечения безопасности перевозки пассажиров в процессе конкурсного отбора перевозчиков // Журнал "Грузовик", 2021. № 12. С. 43—48.

### Link for citation

**Chernova G. A., Popov A. V.** Assessment of ensuring the safety of passenger transportation in the process of competitive selection of carriers // Journal "Truck", 2021. No. 12. P. 43—48.

Обеспечение надлежащего качества транспортного обслуживания пассажиров является первоочередной задачей организаторов и перевозчиков пассажиров на транспорте общего пользования. Государственная политика в области обеспечения безопасности дорожного движения определена Федеральным законом № 196-ФЗ от 10.12.95 г. "О безопасности дорожного движения" [5].

Приход на рынок частных перевозчиков, использующих подвижной состав малой вместимости, привел к перегрузке улично-дорожной сети

города, чрезмерной загруженности остановочных пунктов. Отсутствие эффективных механизмов контроля за работой индивидуальных предпринимателей (частных перевозчиков) и за используемым ими подвижным составом являлось причиной снижения уровня безопасности перевозок. В результате оптимизации маршрутной сети, проведенной во многих городах РФ с применением требований, определенных Федеральным законом № 220 [6], уменьшилось количество маршрутов, дублирующих друг друга, и вместе с тем количество автобусов.

Однако в связи с возрастанием уровня автомобилизации, транспортные потоки на улично-дорожной сети (УДС) увеличились, что, в свою очередь, привело к снижению скорости общественного транспорта. Чтобы обеспечить соблюдение расписания автобусов, водители на некоторых участках УДС увеличивают скорость и тем самым нарушают правила дорожного движения.

Основными принципами обеспечения безопасности дорожного движения являются: приоритет жизни и здоровья граждан, участвующих в дорожном движении, над экономическими результатами хозяйственной деятельности; приоритет ответственности государства за обеспечение безопасности дорожного движения над ответственностью граждан, участвующих в дорожном движении; соблюдение интересов граждан, общества и государства при обеспечении безопасности дорожного движения; программно-целевой подход к деятельности по обеспечению безопасности дорожного движения [5].

Основные направления обеспечения безопасности дорожного движения определяются ст. 5 ФЗ № 196. Наряду с установлением полномочий и ответственности законодателей и исполнителей должна быть обеспечена координация деятельности всех ветвей власти, в том числе органов местного самоуправления, с исполнителями: юридическими и физическими лицами, осуществляющими перевозку пассажиров, в целях предупреждения дорожно-транспортных происшествий и снижения тяжести их последствий.

Целью работы является оценка особенностей выполнения требований безопасности перевозчиками пассажиров на регулярных маршрутах.

Обеспечение безопасности дорожного движения субъектами транспортной деятельности, осуществляющих перевозки пассажиров, невозможно без соответствующей организации перевозок и выполнения требований соответствующих законов.

Основные требования по обеспечению безопасности дорожного движения к субъектам транспортной деятельности, связанные с эксплуатацией транспортных средств при перевозке пассажиров, определены ФЗ № 196 (ст. 20, п. 1, 2), согласно которому юридические лица и индивидуальные предприниматели должны назначить ответственное лицо по обеспечению безопасности дорожного движения. По Приказу Минтранса РФ № 282 от 31.07.20 г. таким лицом является специалист, ответственный за обеспечение безопасности дорожного движения. В функции специалиста входит разработка мероприятий по обеспечению БДД и осуществление контроля за выполнением этих мероприятий, установление причин ДТП и мер по их устранению [2].

В городе Волжский сложилась следующая ситуация с перевозками пассажиров. Перевозку пассажиров по муниципальным регулярным маршрутам по регулируемым тарифам осуществляет МУП "Волжская автоколонна № 1732" автобусами средней и большой вместимости. Автоколонна осуществляет перевозку по 19 городским маршрутам на 142 автобусах и 11 пригородным маршрутам на 18-ти автобусах. Для обеспечения безопасной перевозки пассажиров в МУП ВАК № 1732 организована служба БДД в соответствии с требованиями законодательной базы.

Перевозку пассажиров на 16 муниципальных регулярных маршрутах по нерегулируемым тарифам осуществляют четыре юридических лица и десять индивидуальных предпринимателей автобусами малого класса "ГАЗель" вместимостью от 13 до 15 пассажиров. По реестру числятся 340 автобусов ГАЗель (городские маршруты), принадлежащих 10 ИП и трем юридическим лицам и 6 автобусов ПАЗ на рабочем маршруте № 8а, принадлежащих трем юридическим лицам. Нередко на одном маршруте перевозки осуществляются несколькими перевозчиками — на 16 маршрутах работают 14 перевозчиков. Причем на одном маршруте перевозку пассажиров осуществляют по 2—3 перевозчика.

Допуск перевозчиков на маршруты осуществляется соответствующими органами при наличии лицензии [6] и специалиста по обеспечению безопасности дорожного движения, прошедшего аттестацию на право заниматься соответствующей деятельностью [2, 5]. Между перевозчиками отсутствует координация и единая служба по обеспечению БДД. Поэтому перевозчики, не всегда владея требованиями законов, собирают только статистику по количеству ДТП по своим автобусам для сверки с ГИБДД. Отсутствует общий анализ по количеству ДТП и их причинам. В таких условиях организации службы БД у индивидуальных предпринимателей невозможна разработка мероприятий по обеспечению БДД с учетом текущей ситуации.

В связи с этим для выполнения требований по обеспечению безопасности дорожного движения согласно ФЗ № 196 организатору перевозок — Администрации города необходимо обеспечить связь и координацию перевозчиков.

В городе Волжском до 2016 г. количество регулярных маршрутов по нерегулируемым тарифам было 26, автобусов малой вместимости 512. В результате оптимизации маршрутной сети к 2019 г. маршрутов осталось 16, автобусов малой вместимости 346. Проведен анализ изменения количества ДТП на улично-дорожной сети с 2016 по 2019 г. (табл. 1).



# БЕЗОПАСНОСТЬ

Таблица 1

## Динамика изменения количества ДТП на улицах города с 2016 по 2020 г.

№ п/п	Название улицы	Годы				
		2016	2017	2018	2019	2020
1	Ленина	51	66	90	71	62
2	Карбышева	34	27	44	47	50
3	Мира	32	20	19	35	30
4	Пушкина	28	24	39	44	43
5	Дружбы	18	16	14	10	19
6	Александрова	14	18	21	28	21
7	Энгельса	9	6	12	7	11
8	Горького	2	4	11	11	12
9	Коммунистическая	4	4	5	9	7
10	Молодежная	2	1	2	1	3
11	Профсоюзов	3	6	6	10	5
12	Химиков	4	2	5	1	4
13	Пионерская	3	10	6	8	7
14	Оломоуцкая	8	13	17	17	17
15	40 лет Победы	1	3	4	7	10
16	87 Гвардейская	5	5	9	5	7
<b>Всего по городу</b>		<b>218</b>	<b>225</b>	<b>304</b>	<b>311</b>	<b>308</b>

Однако, несмотря на уменьшение количества автобусов частных перевозчиков, количество ДТП на улично-дорожной сети города Волжского с 2016 по 2020 г. не уменьшилось, а увеличи-

лось с 218 до 308. При отсутствии данных ГИБДД о конкретных участниках ДТП в настоящее время невозможно определить степень участия в ДТП частных перевозчиков на автобусах малой вместимости.

С 2016 г. постепенно увеличивается количество автомобилей у населения города Волжского, а количество жителей практически не растет. По требованию СНиП [4] уровень автомобилизации в городе должен быть в пределах 274 единиц автомобилей на 1000 человек. Изменение уровня автомобилизации представлено в табл. 2.

Увеличение количества ДТП возможно связано с увеличением количества автомобилей с 2012 г. по сравнению с 2020 г. в 1,77 раза, с 88 289 ед. до 156 793 ед.

В статистических отчетах ОГИБДД представлено только общее количество ДТП с участием водителей автобусов без разделения на транспорт общего пользования и автобусы, принадлежащие предприятиям города Волжского.

Общее количество ДТП в городе с участием водителей автобусов представлено в табл. 3.

В результате ДТП с участием водителей автобусов МУП "Волжская А/К № 1732" и частных перевозчиков, погибших в 2016—2020 гг., нет.

Количество ДТП с участием водителей МУП "Волжская автоколонна" представлено в табл. 4.

Количество ДТП с участием водителей МУП "Волжская автоколонна" уменьшилось с 2018 по

Таблица 2

## Уровень автомобилизации в городе Волжском

№ п/п	Наименование параметров	Годы					
		2012	2016	2017	2018	2019	2020
1	Количество жителей	314 169	325 895	326 055	325 224	323 604	323 906
2	Количество автомобилей	88 289	110 356	113 096	105 936	141 251	156 793
3	Уровень автомобилизации, авт./1000 жителей	281	338	347	326	436	483

Таблица 3

## Количество ДТП в городе Волжском с участием водителей автобусов

№ п/п	Наименование	Годы				
		2016	2017	2018	2019	2020
1	Количество ДТП с участием водителей автобусов	20	19	56	36	24

Таблица 4

## Количество ДТП с участием водителей МУП "Волжская автоколонна"

№ п/п	Наименование	Годы		
		2018	2019	2020
1	Общее количество ДТП с участием водителей автоколонны	56	55	43
2	Количество ДТП с виновными водителями автоколонны	16	15	11

2020 г. с 56 до 43 случаев. Уменьшилось также количество виновных водителей с 16 до 11.

Если статистика о количестве дорожно-транспортных происшествий и анализ ведутся службой БДД Автоколонны, то у частных перевозчиков статистика отсутствует.

У каждого предпринимателя и юридического лица по требованиям [5] должен быть специалист по обеспечению БДД. На основании ФЗ № 131 [7] от 06.10.2003 г. для обеспечения безопасной перевозки пассажиров Администрации города необходимо объединить перевозчиков пассажиров по регулируемым маршрутам города Волжского в одну организацию с координацией всех перевозчиков. На одном маршруте должен быть только один перевозчик, как уже установилось во многих городах РФ. Только в этом случае можно осуществлять выполнение требований по обеспечению безопасности дорожного движения и добиваться снижения ДТП на улично-дорожной сети города. Со стороны Администрации необходимо осуществлять контроль за выполнением частными перевозчиками требований ФЗ № 196 по обеспечению безопасности дорожного движения.

Федеральным законом № 220 [6] с целью обеспечения безопасной и качественной перевозки пассажиров транспортом общего пользования определен порядок допуска перевозчиков на регулярные маршруты по нерегулируемым тарифам на основе конкурсного отбора по целевым критериям. Победитель определяется по сумме баллов, определенных по каждому критерию. Конкурс на право осуществления коммерческих перевозок по маршрутам проводится в целях отбора перевозчиков, обеспечивающих лучшие условия перевозки пассажиров, и является способом регулирования транспортного обслуживания для удовлетворения потребностей населения в безопасных и качественных перевозках. Конкурсные критерии определены для допуска перевозчиков на регулярные маршруты по нерегулируемым тарифам.

Определено четыре конкурсных критерия:

1) количество дорожно-транспортных происшествий, повлекших за собой человеческие жертвы или причинение вреда здоровью граждан и произошедших по вине перевозчика;

2) опыт осуществления регулярных перевозок перевозчиками пассажиров;

3) влияющие на качество перевозок характеристики транспортных средств, предлагаемых перевозчиками для осуществления регулярных перевозок;

4) максимальный срок эксплуатации транспортных средств, предлагаемый перевозчиками.

Как уже было сказано выше, погибшие в ДТП с автобусами за последние годы отсутствовали. Случаи причинения вреда здоровью единичны. Поэтому информативность первого критерия вызывает сомнения.

Администрацией города Волжского в 2021 г. планируется допуск перевозчиков пассажиров на регулярные маршруты по нерегулируемым тарифам по конкурсу, требования которого определяются статьей 24, п. 3 Федерального закона № 220 [6]. Документом планирования Администрацией города отменены дублирующие маршруты и установлены новые маршруты. Конкурсные критерии для оценки допуска перевозчиков на маршруты определены Администрацией в соответствии с требованиями Федерального закона № 220 с их оценкой по балльной системе (табл. 5).

Шкала критериев оценки допуска перевозчиков на маршруты по количеству ДТП и опыту перевозчиков представлена в табл. 5 [6].

Перевозки пассажиров на автобусах малой вместимости в городе Волжском начали осуществляться с 1998 г. В основном у всех перевозчиков имеется большой опыт по перевозке пассажиров на регулярных маршрутах.

На безопасную перевозку пассажиров влияет старение подвижного состава и техническое обслуживание. Цель перевозчиков — получение дохода, поэтому на практике зачастую не проводится плановое техническое обслуживание. Необходимо введение конкурсного критерия: "Наличие собственной ремонтной базы или наличие договора с соответствующей организацией по проведению технического обслуживания и ремонта".

Срок эксплуатации транспортных средств, и в частности автобусов, не установлен на законодательном уровне. Максимальный срок эксплуатации 10 лет установлен только для школьных автобусов. Из-за отсутствия соответствующего контроля перевозчики эксплуатируют автобусы до предельной возможности с целью сокращения расходов на новые автобусы. В конкурсных критериях определена балльная оценка в зависимости от срока эксплуатации транспортных средств перевозчиками. В городе Волжском срок эксплуатации автобусов малой вместимости в основном с 2004 г. Обеспечение безопасной и качественной перевозки пассажиров напрямую зависит от опыта работы перевозчиков, от возраста и технического состояния подвижного состава.

**Шкала критериев оценки допуска перевозчиков на маршруты (дается в сокращении)**

№ п/п	Параметры оценки конкурсного предложения	Оценочные баллы	Примечание
1	Количество дорожно-транспортных происшествий, повлекших за собой человеческие жертвы или причинение вреда здоровью граждан и произошедших по вине юридического лица, индивидуального предпринимателя, участников договора простого товарищества или их работников в течение года, предшествующего дате размещения извещения о проведении открытого конкурса на официальном сайте администрации городского округа — город Волжский Волгоградской области в информационно-телекоммуникационной сети Интернет, в расчете на среднее количество транспортных средств, предусмотренных договорами обязательного страхования гражданской ответственности юридического лица, индивидуального предпринимателя, участников договора простого товарищества за причинение вреда жизни, здоровью, имуществу пассажиров, действовавшими в течение года, предшествующего дате размещения извещения	<p>Определяется по формуле: <math>S = [Q: (1 + (d \cdot 0,1))]D:365 - k</math>, где <math>S</math> — общее количество баллов, набранное по данному критерию; <math>Q</math> — среднее количество ТС, предусмотренных договорами обязательного страхования гражданской ответственности, действовавшими в течение года, предшествующего дате размещения извещения; <math>1</math> — условный коэффициент; <math>d</math> — количество ДТП; <math>D</math> — количество отработанных календарных дней в течение года, предшествующего дате проведения конкурса; <math>365</math> — условный коэффициент; <math>k</math> — коэффициент, учитывающий количество ДТП, повлекших за собой человеческие жертвы: при отсутствии происшествий — 0 баллов; при одном происшествии — 100 баллов; при двух и более происшествиях — 200 баллов</p> <p>В случае, когда участник открытого конкурса не осуществлял регулярных перевозок за отчетный период, ему присваивается 0 баллов по данному критерию.</p>	
		<p>Данный критерий в отношении ЮЛ или ИП исчисляется исходя из количества полных лет осуществления ими перевозок по маршрутам регулярных перевозок.</p>	
2	Опыт осуществления регулярных перевозок юридическим лицом, индивидуальным предпринимателем или участниками договора простого товарищества		
	до 1 года	0	
	от 1 года до 3 лет	+10	
	от 3 до 5 лет	+15	
	от 5 до 7 лет	+20	
	от 7 до 10 лет	+25	
	от 10 до 15 лет	+30	
	от 15 до 20 лет	+50	
	от 20 до 25 лет	+70	
Свыше 25 лет	+100		
3	Максимальный срок эксплуатации транспортных средств	Срок эксплуатации транспортного средства определяется с даты его первичной регистрации в органах ГИБДД МВД РФ	
	3 года	+50	
	5 лет	+25	
	8 лет	+10	
	свыше 8 лет	+0	

На основании применения требований ФЗ № 196 и требований конкурсного отбора перевозчиков можно сделать следующие выводы:

1. Отсутствует координация между организаторами перевозок и исполнителями перевозок пассажиров на регулярных маршрутах по нерегулируемым тарифам.

2. У частных перевозчиков отсутствует единая база и статистика о количестве ДТП с участием водителей и с виновниками происшествий.

3. На одном регулярном маршруте по нерегулируемым тарифам перевозки пассажиров осуществляют 2—3 перевозчика.

4. В отчетах ОГИБДД представлено только общее количество ДТП с участием водителей автобусов без разделения на транспорт общего пользования и транспорт, принадлежащий предпринятиям города.

5. Обязательным условием согласно Приказу Минтранса РФ № 282 от 31.07.20 г. является наличие у перевозчика специалиста, ответственного за обеспечение безопасности дорожного движения.

6. Несмотря на уменьшение количества автобусов частных перевозчиков с 512 до 346, количество ДТП на улично-дорожной сети города Волжского с 2016 по 2020 г. не уменьшилось, а увеличилось с 218 до

308. Предполагается, что увеличение количества ДТП связано с увеличением уровня автомобилизации, который вырос с 2012 г. в 1,77 раза.

7. По требованиям конкурсного отбора перевозчиков пассажиров транспортом общего пользования на регулярных маршрутах по нерегулируемым тарифам, определенных ФЗ № 220, перевозчики предоставляют только статистику по количеству ДТП с человеческими жертвами и причинением вреда здоровью.

Предлагается:

1. Выделять в отчетах ГИБДД сведения о количестве ДТП, совершенных водителями при перевозке пассажиров транспортом общего пользования по регулярным маршрутам.

2. При организации перевозок пассажиров транспортом общего пользования органам местного самоуправления необходимо учитывать не только внутренние факторы: характеристики маршрутов, а также внешние неблагоприятные факторы, влияющие на безопасную и качественную перевозку пассажиров.

3. Изменить критерий конкурсного отбора по количеству ДТП с человеческими жертвами и причинением вреда здоровью, на общее количество ДТП, в том числе с человеческими жертвами и причинением вреда здоровью.

4. Ввести в конкурсные критерии пункт: "Наличие собственной ремонтной базы или наличие договора с соответствующей организацией по проведению технического обслуживания и ремонта".

5. Со стороны Администрации осуществлять контроль за выполнением частными перевозчиками

требований ФЗ № 196 по обеспечению безопасности дорожного движения, в частности обеспечение ведения статистики по количеству ДТП с участием водителей в целом по всем перевозчикам.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Статистические** данные ОГИБДД УМВД по городу Волжскому за 2016—2020 гг.
2. **Приказ** Минтранса РФ № 282 от 31.07.20 г. "Профессиональные и квалификационные требования, предъявляемые при осуществлении перевозок к работникам юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, указанных в абзаце первом пункта 2 статьи 20 Федерального закона № 196 "О безопасности дорожного движения".
3. **Постановление** Администрации городского округа — город Волжский Волгоградской области от 08.07.2016 № 4011 "Об утверждении Положения о проведении открытого конкурса на право получения свидетельства об осуществлении перевозок по муниципальному маршруту регулярных перевозок в городском округе — город Волжский Волгоградской области".
4. **СП 42.13330.2011** Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01—89. Утв. Приказом Минтранса РФ от 28.12.2020 г. № 820.
5. **Федеральный закон** № 196 от 10.12.1995 г. "О безопасности дорожного движения".
6. **Федеральный закон** № 220 от 13.07.2015 г. "Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в РФ и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ".
7. **Федеральный закон** № 131 от 06.10.2003 г. "Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ".

## СП Bosch и Qingling Motors по производству топливных элементов

Компании Bosch и Qingling Motors создали в Китае совместное предприятие под названием Bosch Hydrogen Powertrain Systems, которое будет разрабатывать, собирать и продавать системы топливных элементов. Актуальная цель проекта на данном этапе состоит в том, чтобы объединить технологии и рыночный опыт обоих партнеров, чтобы развиваться на прогрессирующем китайском рынке. Согласно прогнозам к 2030 г. в Китае может быть зарегистрировано свыше миллиона автомобилей с питанием электродвигателей от топливных элементов. Со временем совместное предприятие будет производить для электромобилей все наиболее важные компоненты: топливные элементы, воздушные компрессоры, силовую электронику и блоки управления с датчиками. Вскоре 70 грузовиков Qingling, оснащенных силовым модулем с топливными элементами Bosch, отправятся на ходовые испытания, а на рынок топливные элементы должны выйти в 2022—2023 гг. Особенно явные преимущества по сравнению с аккумуляторами они несут большим и тяжелым транспортным средствам, путешествующим на немалые расстояния. С 2022 г. крупномасштабное промышленное производство топливных элементов Bosch планирует запустить в Европе совместно со шведским партнером — компанией Powercell.

[www.bosch-presse.de](http://www.bosch-presse.de)

Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *Е. В. Комиссарова*

Сдано в набор 22.09.2021. Подписано в печать 25.11.2021. Формат 60 × 88 1/8. Усл. печ. л. 5,88.

Отпечатано в ООО "Канцлер", 150008, г. Ярославль, ул. Клубная, д. 4, кв. 49.

Оригинал-макет: ООО "Авансед солюшнз". 119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: [www.aov.ru](http://www.aov.ru)