



Сборник материалов  
Collection of materials  
Зборник радова

Международной научно-практической конференции  
of the International scientific and practical conference  
Међународне научно-практичне конференције

**«ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ И ПРОВЕДЕНИЕ  
АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ  
ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ  
ДТП С ЭЛЕКТРОМОБИЛЯМИ»**

**"FIREFIGHTING AND RESCUE OPERATIONS  
IN THE AFTERMATH OF TRAFFIC ACCIDENTS  
INVOLVING ELECTRIC VEHICLES"**

**„ГАШЕЊЕ ПОЖАРА И ИЗВОЂЕЊЕ ХИТНИХ СПАСИЛАЧКИХ  
РАДОВА ПРИ ОТКЛАЊАЊУ ПОСЛЕДИЦА САОБРАЋАЈНИХ  
НЕСРЕЋА НА ЕЛЕКТРИЧНИМ ВОЗИЛИМА“**



Международная научно-практическая конференция  
«Тушение пожаров и проведение аварийно-спасательных работ при  
ликвидации последствий ДТП с электромобилями»

(Российско-Сербский гуманитарный центр, 25 - 26 сентября 2024 года  
в г. Ниш, Республика Сербия)

**Организаторы конференции:**

- Российско-Сербский гуманитарный центр;
- Международная организация гражданской обороны.

**Соучредители конференции:**

- Министерство внутренних дел Республики Сербия;
- Факультет безопасности Белградского университета;
- Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь;
- Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (федеральный центр науки и высоких технологий);
- Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС России;
- Академия гражданской защиты МЧС России.

**Цель конференции**

Поиск решений, связанных с формированием новых подходов к совершенствованию организации, средств и методов тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий (ДТП) с электромобилями и реализации их в программах учебных курсов.

**Электронный формат сборника материалов:**



**Составители:**

Бедило М.В, Качанов С.А., Ташматова С.И.,  
Олтян И.Ю., Капральный Ю.В., Маркин Ю.В.

Отпечатано в ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). 2024 г.  
ул. Давыдовская, 7, г. Москва, 121352  
Тел.: 8 (495) 287-73-05; E-mail: vniigochs@vniigochs.ru; сайт: vniigochs.ru

**Вступительное слово  
Генерального Секретаря Международной организации  
гражданской обороны  
Нжупуо ЯП Мариату**



Уважаемые делегаты, от имени Международной организации гражданской обороны и стран-членов нашей организации приветствую всех Вас на этой актуальной для всех стран МОГО научно-практической конференции «Тушение пожаров и проведение аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий с электромобилями».

Мы собрались здесь в важный момент технологической эволюции. Быстрый рост производства и использования электромобилей по всему миру отражает не только изменения в автомобильной отрасли, но и стремление к более экологичному будущему. Однако, сложности тушения электромобилей требуют пересмотра прежних методов реагирования экстренных служб, которые используются при тушении пожаров в автомобилях с традиционными аккумуляторами.

При поддержке МОГО, были приглашены эксперты, научные исследователи и профессионалы в области ГО из различных стран, включая Россию, Сербию, Беларусь, Армению, Алжир, Азербайджан, Египет, Тунис, Казахстан и Киргизию. В рамках этой встречи, мы готовы подготовить признанные в странах МОГО научно-обоснованные практические рекомендации и программы обучения в области тушения пожаров на электромобилях.

Важность этих усилий трудно переоценить, ведь они непременно будут способствовать спасению жизней и снижению ущерба при дорожно-транспортных происшествиях с участием электромобилей.

Хотела бы выразить свою искреннюю благодарность организаторам данного мероприятия, в частности Российско-Сербскому гуманитарному центру, а также нашим коллегам из Министерства внутренних дел Сербии, Министерства по чрезвычайным ситуациям Российской Федерации и Республики Беларусь.

Ваше стремление к безопасности, исследовательская деятельность и международное сотрудничество делают возможными и эффективными такие мероприятия, как сегодняшняя конференция.

В заключение, я желаю всем участникам плодотворных дискуссий, интересных докладов и дальнейшего успешного сотрудничества.

**Opening speech by the Secretary General of the  
International Civil Defence Organization  
NJOUPOUO YAP MARIATU**

Dear delegates, on behalf of the International Civil Defence Organization and the member states of our organization, I welcome you all to this highly relevant scientific and practical conference, “Firefighting and Rescue Operations in the Aftermath of Traffic Accidents Involving Electric Vehicles” which concerns all ICDO member countries.

We have gathered here at a crucial time in technological evolution. The rapid growth in the production and use of electric vehicles worldwide reflects not only changes in the automotive industry but also a collective desire for a more environmentally friendly future. However, the complexities of extinguishing electric vehicles require revisiting traditional methods used by emergency services in responding to fires in vehicles with conventional batteries.

With the support of ICDO, we have invited experts, researchers, and civil defence professionals from various countries, including Russia, Serbia, Belarus, Armenia, Algeria, Azerbaijan, Egypt, Tunisia, Kazakhstan, and Kyrgyzstan. During this meeting, we aim to prepare scientifically-backed practical guidelines and training programs, which will be recognized by ICDO member countries, on fire suppression for electric vehicles.

The significance of these efforts cannot be overstated, as they will undoubtedly contribute to saving lives and reducing damage during road traffic accidents involving electric vehicles.

I would like to express my sincere gratitude to the organizers of this event, particularly the Russian-Serbian Humanitarian Center, as well as our colleagues from the Ministry of Internal Affairs of Serbia, the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation, and the Republic of Belarus.

Your dedication to safety, research, and international cooperation makes events like today's conference possible and effective.

In conclusion, I wish all participants fruitful discussions, interesting presentations, and continued success in future collaborations.

**Уводна реч Генералног секретара Међународне организације  
цивилне заштите  
Нжупуо ЈАП Мариату**

Поштовани делегати, у име Међународне организације цивилне заштите и земаља чланица наше организације, поздрављам вас све на овој значајној научној и практичној конференцији "Гашење пожара и извођење хитних спасилачких радова при отклањању последица саобраћајних несрећа на електричним возилима."

Окупили смо се овде у важном тренутку технолошке еволуције. Брзи раст производње и коришћења електричних возила широм света одражава не само промене у аутомобилској индустрији, већ и посвећеност одрживијој будућности. Међутим, изазови гашења електричних возила захтевају ревизију претходних метода хитног одговора које се користе за аутомобиле са конвенционалним батеријама.

Уз подршку ИЦДО, позвани су експерти, истраживачи и професионалци из области цивилне заштите из разних земаља, укључујући Русију, Србију, Белорусију, Арменију, Алжир, Азербејџан, Египат, Тунис, Казахстан и Киргизију. Током овог састанка, спремни смо да припремимо научно утемељене практичне препоруке и програме обуке у области гашења пожара на електричним возилима, препознате у земљама чланицама ИЦДО.

Значај ових напора тешко је преценити, јер ће они несумњиво допринети спасавању живота и смањењу штете у саобраћајним несрећама са електричним возилима.

Желела бих да изразим своју искрену захвалност организаторима овог догађаја, посебно Српско-руском хуманитарном центру, као и нашим колегама из Министарства унутрашњих послова Србије, Министарства за ванредне ситуације Руске Федерације и Републике Белорусије.

Ваша посвећеност безбедности, истраживачки рад и међународна сарадња чине могуће и ефикасне овакве догађаје као што је данашња конференција.

На крају, желим свим учесницима плодноне дискусије, занимљиве излагања и даљу успешну сарадњу.

**Приветственное слово Министра Российской Федерации по делам  
гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации  
последствий стихийных бедствий  
Александра Вячеславовича Куренкова**



Уважаемые участники и гости Международной научно-практической конференции!

В последние десятилетия во всем мире, включая Россию, наблюдается значительный рост производства и продаж электротранспорта. Этот рост обусловлен переходом на новый качественный уровень технологий производства аккумуляторов, что позволило существенно уменьшить их вес и объем при одновременном увеличении мощности и дальности пробега электротранспорта без подзарядки.

Тем не менее, риск возгорания высокоэнергетических аккумуляторов по-прежнему представляет собой серьезную проблему для безопасности электротранспорта и его тушения.

Эта проблема носит международный характер, и во многих странах мира, включая Россию, ведутся активные работы по разработке эффективных технологий и материалов для тушения возгораний электротранспорта. Координация усилий всех заинтересованных стран в решении данной задачи может быть организована, в том числе, с использованием возможностей Международной организации гражданской обороны (МОГО).

В связи с этим особенно важно, что конференция проводится на базе Российско-Сербского гуманитарного центра при поддержке МОГО совместно с ведущими научными и образовательными организациями чрезвычайных ведомств России, Сербии и Белоруссии.

Уверен, что данная конференция станет важным шагом к внедрению признанных во всем мире подходов, разработке новых методик и программ обучения по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий ДТП с электротранспортом.

Желаю всем участникам конференции успешной и плодотворной работы, новых научных достижений и их реализации.

**Welcome Address by the Minister of the Russian Federation for Civil Defence,  
Emergency Situations, and Elimination of Consequences of Natural Disasters  
Alexander V. Kurenkov**

Dear participants and guests of the International Scientific Conference!

In recent decades, there has been a significant increase in the production and sale of electric vehicles worldwide, including Russia. This growth is driven by advancements in battery manufacturing technologies, which have drastically reduced their weight and size while simultaneously increasing power and the range of electric vehicles without recharging.

However, the risk of high-energy battery fires remains a serious challenge to the safety of electric vehicles and their firefighting.

This problem is of an international nature, and in many countries, including Russia, active efforts are underway to develop effective technologies and materials for extinguishing electric vehicle fires. Coordinating the efforts of all interested countries in addressing this issue can be facilitated through the capabilities of the International Civil Defence Organization (ICDO).

In this regard, it is particularly important that the conference is held at the Russian-Serbian Humanitarian Center with the support of ICDO, in collaboration with leading scientific and educational organizations from the emergency services of Russia, Serbia, and Belarus.

I am confident that this conference will be an important step toward implementing internationally recognized approaches, developing new methodologies, and training programs for fire suppression and rescue operations during traffic accidents involving electric vehicles.

I wish all participants of the conference success, fruitful work, new scientific achievements, and their practical implementation.

**Поздравни говор Министра Руске Федерације за цивилну заштиту,  
ванредне ситуације и отклањање последица природних катастрофа  
Александра Куренкова.**

Поштовани учесници и гости Међународне научно-практичне конференције!

У последњим деценијама у целом свету, укључујући Русију, приметан је значајан раст производње и продаје електричног транспорта. Овај раст је условљен преласком на нови квалитетни ниво технологија производње акумулатора, што је омогућило да се значајно смањи њихова тежина и обим уз истовремено повећање снаге и домета електричног транспорта без пуњења.

Међутим, ризик од сагоревања високоенергетских батерија и даље представља озбиљан проблем за безбедност електричног транспорта и његово гашење.

Овај проблем има међународни карактер, и у многим земљама света, укључујући Русију, активно се ради на развоју ефикасних технологија и материјала за гашење пожара електричног транспорта. Координација напора свих заинтересованих земаља у решавању овог проблема може бити организована, између осталог, уз подршку Међународне организације цивилне заштите (ИЦДО).

У том смислу, посебно је важно што се конференција одржава на територији Српско-руског хуманитарног центра уз подршку ИЦДО у сарадњи са водећим научним и образовним институцијама ванредних служби Русије, Србије и Белорусије.

Уверен сам да ће ова конференција представљати важан корак ка увођењу признатих светских приступа, развоју нових методика и програма обуке за гашење пожара и спровођење акција спасавања у случају саобраћајних несрећа са електричним транспортом.

Желим свим учесницима конференције успешан и плодноносан рад, нове научне достигнућа и њихову реализацију.

**Приветственное слово Министра  
по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь  
Вадима Ивановича Синявского**



Уважаемые участники Международной научно-практической конференции «Тушение пожаров и проведение аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий с электромобилями!

Сегодня ценность безопасности и человеческой жизни приобретает особое значение, вопросы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций становятся еще более актуальными. Природные и техногенные катастрофы продолжают наполнять мировую повестку дня. Возникающие новые вызовы требуют объединения усилий и знаний в данной области,

а также поиска новых решений.

Деятельность Научно-образовательного комитета и проведение научно-практических конференций являются важными форматами сотрудничества наших стран в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, что позволяет нам укреплять взаимодействие между спасательными ведомствами в рамках Международной организации гражданской обороны, расширяя профессиональные контакты и преумножая тот колоссальный опыт, который мы получили за годы совместной работы.

Со своей стороны мы также готовы делиться опытом в области реагирования на чрезвычайные ситуации, подготовки спасателей, работы с населением в сфере безопасности жизнедеятельности и других направлениях. В июле 2024 года на базе Международного центра подготовки спасателей Университета гражданской защиты МЧС Беларуси работники спасательных служб из 11 стран приняли участие в курсе повышения квалификации «Организация и проведение аварийно-спасательных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций на электромобилях и их аналогах». МЧС Беларуси готово продолжать развивать сотрудничество с Международной организацией гражданской обороны.

Желаю участникам заседания продуктивной работы, выработки новых решений и идей!

**Welcome Address by the Minister of Emergency  
Situations of the Republic of Belarus Vadim Ivanovich Sinyavsky**

Dear participants of the International Scientific and Practical Conference «Fire Extinguishing and Emergency Rescue Operations in Eliminating the Consequences of Road Accidents with Electric Vehicles»!

Today, the importance of safety and the value of human life have become even more significant, while the issues of preventing and mitigating emergencies are more relevant than ever. Natural and man-made disasters continue to dominate the global agenda. New challenges call for the unification of efforts, knowledge, and the search for innovative solutions in this field.

The activities of the Scientific and Educational Committee of ICDO and the organization of scientific-practical conferences serve as crucial formats for collaboration between our countries in the field of protecting populations and territories from emergencies. This enables us to strengthen cooperation among emergency response agencies within the framework of the International Civil Defence Organization, expanding professional contacts and building upon the vast experience we have accumulated over the years of joint work.

For our part, we are also ready to share our expertise in emergency response, the training of rescuers, working with the public in the field of life safety, and other areas. In July 2024, at the International Rescuer Training Center of the University of Civil Protection of the Belarusian Ministry of Emergency Situations, rescue workers from 11 countries participated in a training course on "Organization and Conduct of Rescue Operations in Response to Emergencies Involving Electric Vehicles and Their Equivalents." The Belarusian Ministry of Emergency Situations is prepared to continue developing cooperation with the International Civil Defence Organization.

I wish all participants a productive session, yielding new solutions and ideas!

## **Поздравни говор Министра за ванредне ситуације Белорусије Вадима Сињавског**

Поштовани учесници Међународне научно-практичне конференције "Гашење пожара и извођење хитних спасилачких радова при отклањању последица саобраћајних несрећа на електричним возилима!"

Данас, вредност безбедности и људског живота добија посебан значај, а питања превенције и отклањања ванредних ситуација постају још релевантнија. Природне и технолошке катастрофе настављају да доминирају у светским новинама. Нови изазови захтевају заједничке напоре и дељење знања у овој области, као и проналажење иновативних решења.

Активности Научно-образовног комитета и организација научно-практичних конференција представљају важне облике сарадње наших земаља у заштити становништва и територија од ванредних ситуација. Ова сарадња јача интеракцију међу спасилачким службама у оквиру Међународне организације цивилне заштите, проширујући професионалне контакте и унапређујући огромно искуство које смо стекли током година заједничког рада.

Такође смо спремни да поделимо наше искуство у области реаговања на ванредне ситуације, обуке спасилаца и рада са становништвом на питањима безбедности живота и другим областима. У јулу 2024. године, у Међународном центру за обуку Министарства за ванредне ситуације Белорусије, припадници спасилачких служби из 11 земаља учествовале су на курсу стручног усавршавања "Организовање и извођење хитних спасилачких радова при отклањању ванредних ситуација на електричним возилима и њиховим аналозима." Министарство за ванредне ситуације Белорусије спремно је да настави са развојем сарадње са Међународном организацијом цивилне заштите. Желим свим учесницима продуктиван рад, као и развој нових технологија и идеја!

## Содержание

1.	<b>Preparation of rescue actions in emergency situations on electric transport</b> Бабич Виталий Евгеньевич, Скорупич Илья Сергеевич <i>УГЗ МЧС РБ</i>	15
2.	<b>Особенности обучения спасателей-пожарных тушению пожаров в электробусах</b> Бабич Виталий Евгеньевич <i>УГЗ МЧС РБ</i>	18
3.	<b>Научно-методическое обеспечение деятельности подразделений МЧС России по проведению аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий, в том числе с электромобилями</b> Горячева Елена Викторовна <i>ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)</i>	21
4.	<b>Пожары автобусов на электрическом ходу с литий-ионными батареями – риски, профилактика и способы тушения</b> Лазар Миладинович, др Радован Радованович, др Драган Младжан, Никола Митрович Полицейско-криминалистический университет Республики Беларусь	31
5.	<b>Исследования электробезопасности при тушении пожаров и ликвидации аварий с транспортными средствами с литий-ионными батареями</b> Меженев Владимир Алексеевич <i>АГПС МЧС России</i>	43
6.	<b>Особенности проведения аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий ДТП с электромобилями</b> Мингалеев Салават Галимджанович <i>ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)</i>	47
7.	<b>Пожаротушение и аварийно-спасательные работы при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий с участием электротранспорта</b> Гавкалюк Богдан Васильевич, Мельник Антон Анатольевич, Дали Фарид Абдулалиевич <i>СПб УГПС МЧС России</i>	51
8.	<b>Перспективы использования карт спасения для транспортных средств, в целях повышения эффективности проведения аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий</b> Балин Дмитрий Николаевич <i>ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)</i>	55
9.	<b>Подготовка специалистов в области ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий с участием электромобилей в Академии гражданской защиты МЧС России</b> Баринев Михаил Федорович, Мясников Денис Владимирович, Веселов Алексей Вячеславович <i>АГЗ МЧС России</i>	62
10.	<b>Методика установления причины пожара в электромобилях</b> Сергеев Иван Юрьевич, Горбунов Александр Сергеевич, Батуро Алексей Николаевич <i>Сибирская ПСА ГПС МЧС России</i>	67
11.	<b>Устройство для ликвидации пожаров на электротранспорте</b> Кобяк Валерий Викторович, Булыга Дмитрий Михайлович <i>УГЗ МЧС РБ</i>	72

12.	<b>Тренажерный комплекс для ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий на легковых автомобилях с электроприводом</b> Кобяк Валерий Викторович, Булыга Дмитрий Михайлович <i>УГЗ МЧС РБ</i>	74
13.	<b>Основные направления повышения безопасности при эксплуатации и ликвидации последствий ДТП транспортных средств с высоковольтными компонентами</b> Колбасов Алексей Фёдорович <i>ГУП «Московский метрополитен»</i>	77
14.	<b>Тактические подходы к защите и спасению в случае бедствий, вызванных дорожно-транспортными происшествиями</b> Владимир М. Цветкович <i>Department of Disaster Management and Environmental Security, Faculty of Security Studies, University of Belgrade</i>	85
15.	<b>Использование устройств подачи компрессионной пены при тушении электротранспорта</b> Бабич Виталий Евгеньевич, Скорупич Илья Сергеевич <i>УГЗ МЧС РБ</i>	98
16.	<b>Особенности обработки вызовов по единому номеру «112» о происшествиях с электромобилями</b> Качанов Сергей Алексеевич <i>РСГЦ</i> Грачев Виталий Леонидович <i>ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)</i>	101
17.	<b>Проведение аварийно-спасательных работ и пожаротушения при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий с участием электромобилей</b> Зиновьев Сергей Владимирович, Репкин Александр Юрьевич, Кузнецова Таисия Дмитриевна <i>ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)</i>	105
18.	<b>Оценка риска возникновения ДТП с участием электромобилей по причине аварий на автодорожных развязках туннельного типа</b> Качанов Сергей Алексеевич <i>РСГЦ</i> Олтян Ирина Юрьевна, Капральный Юрий Викторович <i>ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)</i>	108
19.	<b>Методические подходы к организации реагирования городских дежурно-диспетчерских служб на дорожно-транспортное происшествие с электромобилями</b> Качанов Сергей Алексеевич <i>РСГЦ</i> Леонова Елена Михайловна <i>ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)</i>	117
20.	<b>Алгоритм информирования службы пожарной охраны о происшествиях с возгоранием электромобилей</b> Качанов Сергей Алексеевич <i>РСГЦ</i> Грачев Виталий Леонидович <i>ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)</i>	122
21.	<b>Переносные импульсно-тепловые ножницы</b> Маточкин Дмитрий Борисович <i>ООО «СКИФ» Технологии машиностроения»</i>	128

	Маркин Юрий Викторович <i>ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)</i>	
22.	<b>Проблемы и перспективы развития глобального рынка электротранспорта в условиях замедляющегося «энергоперехода»</b> Мун Дмитрий Вадимович <i>Агентство «Эмерком» МЧС России</i>	133
23.	<b>Метод оптимизации температурного диапазона литий-ионных батарей на основе планирования цикла зарядки электротранспорта в реальном времени</b> Сафиуллин Равилл Нуруллович, Залюбовский Андрей Фадеевич, Сорокин Кирилл Владиславович <i>Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II</i> Камлюк Василий Владимирович <i>Санкт-Петербургский военный институт войск национальной гвардии</i>	140
24.	<b>Оценка пожаро-взрывоопасности литий-ионных аккумуляторов фактора 18650</b> Терентьев Дмитрий Иванович <i>Уральский институт ГПС МЧС России</i>	146
25.	<b>Вклад изобретателей ВОИР в безопасность, связанную с производством, хранением, эксплуатацией электромобилей и мерами по предотвращению и ликвидации последствий аварийных ситуаций с их участием</b> Ищенко Антон Анатольевич <i>ВОИР</i>	153
26.	<b>Возможности оперативной диагностики аккумуляторных батарей и ответственных узлов электромобилей капиллярным диагностическим методом</b> Тихенькая Елена Александровна <i>ООО «ТД РусАвиаХим»</i> Апанович Алексей Николаевич <i>ВОИР</i> Маркин Юрий Викторович <i>ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)</i>	158
27.	<b>Изучение возможности применения лосьона «ВИТА-МЧС» марки «ДАНТИЛЕН» для оказания первой помощи участникам ДТП с применением электромобилей»</b> Апанович Алексей Николаевич <i>ВОИР</i> Тихенькая Елена Александровна <i>ООО «ТД РусАвиаХим»</i>	164
28.	<b>Доработка и адаптация к требованиям МОГО и МЧС учебной мультимедийной платформы, обеспечивающей одновременное обучение 100 обучающихся, расположенных друг от друга и от преподавателя на расстоянии 1000 километров и более.</b> Абалаев Максим Валентинович <i>ООО «ВЕРИМАГ»</i> Маркин Юрий Викторович <i>ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)</i>	169
29.	<b>Вопросы безопасности проведения аварийно-спасательных работ при тушении пожаров при ДТП с электромобилями</b> Масалева Мария Владимировна <i>Финансовый университет при Правительстве РФ</i> Власов Александр Геннадьевич	173

	<i>АГПС МЧС России</i>	
30.	<b>Примерный алгоритм действий пожарно-спасательных подразделений при проведении аварийно-спасательных работ при ДТП с участием электротранспорта</b> Гладченко Владислав Ярославович, Максимкин Виталий Александрович. <i>ГУ МЧС России по Ростовской области</i>	176
31.	<b>Пожарная опасность и особенности тушения пожаров на электромобилях</b> Фирсов Александр Георгиевич, Загуменнова Марина Викторовна, Малёмина Екатерина Николаевна <i>ВНИИПО МЧС России</i>	180
32.	<b>К вопросу об организации оповещения населения при дорожно-транспортном происшествии с электромобилем</b> Леонова Алла Николаевна <i>ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)</i>	185
33.	<b>Электромобили: причины возникновения пожаров</b> Матюшин Юрий Александрович, Фирсов Александр Георгиевич, Загуменнова Марина Викторовна, Гончаренко Валентина Сергеевна <i>ВНИИПО МЧС России</i>	189
34.	<b>Методические подходы к реагированию на ДТП с электромобилями с использованием ГАИС ЭРА-ГЛОНАСС и Сиситемы-112</b> Москвина Наталья Вячеславовна <i>ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)</i>	194
35.	<b>Причины возникновения и тушение пожаров на электротранспорте</b> Емельянов Роман Александрович <i>ВНИИПО МЧС России</i>	198
36.	<b>Нормативные требования, обеспечивающие создание безопасной инфраструктуры электромобильного транспорта</b> Великокклад Татьяна Пименова, Капральный Юрий Викторович <i>ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)</i>	
37.	<b>Особенности моделирования тепловых воздействий при возгорании и развитии пожара электромобиля на объектах их хранения</b> Карпов Алексей Васильевич, Зуев Станислав Анатольевич, Панфилов Сергей Геннадьевич, Лещёв Александр Сергеевич <i>ВНИИПО</i>	

## PREPARATION OF RESCUE ACTIONS IN EMERGENCY SITUATIONS ON ELECTRIC TRANSPORT

*Babich V., Skorupich I.*

*Branch «Institute of Retraining and Advanced Training»*

*of the University of Civil Defense of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus*

**Annotation.** Features of training rescuers to act in emergency situations involving electric vehicles.

**Key words:** training of rescuers, electric transport, fire on electric transport, levels of training.

## ПОДГОТОВКА ДЕЙСТВИЙ СПАСАТЕЛЕЙ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ НА ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТЕ

*Бабич В.Е., Скорупич И.С.*

*Филиал «Институт переподготовки и повышения квалификации» Университета*

*гражданской защиты МЧС Беларуси*

**Аннотация:** Особенности подготовки спасателей к действиям в чрезвычайных ситуациях, связанных с электротранспортом.

**Ключевые слова:** подготовка спасателей, электротранспорт, пожар на электротранспорте, уровни подготовки.

## ПРИПРЕМА АКЦИЈА СПАСАВАЊА У ВАНРЕДНИМ СИТУАЦИЈАМА СА ЕЛЕКТРИЧНИМ ВОЗИЛИМА

*Бабич В., Скорупич И.*

*Филијала «Завод за преквалификацију и усавршавање»*

*Университета цивилне заштите Министарства за ванредне ситуације у Република  
Белорусија*

**Апстракт:** Карактеристичне особине оспособљавања спасилаца за деловање у ванредним ситуацијама које укључују електрична возила.

**Кључне речи:** обука спасилаца, електрична возила, пожар на електричном возилу, нивои обучености.

Analysis in the field of electric transport infrastructure has shown that the current global trend is the transition to vehicles with electric motors. This transition is facilitated by energy efficiency, higher productivity, reduced emissions of greenhouse gases and harmful substances, reduced air pollution, and a healthier urban environment. In the first quarter of 2024, electric vehicle sales were up about 25% compared to the first quarter of 2023, similar to the year-over-year growth seen in the same period in 2022. In 2024, the market share of electric vehicles could reach 45% in China, 25% in Europe and more than 11% in the United States, driven by competition between manufacturers, falling battery and vehicle prices, and continued policy support [1].

With the increasing popularity of electric vehicles, issues of safety and emergency response related to them are becoming increasingly relevant. Electric vehicles, while offering many benefits, also pose unique risks to emergency responders.

Preparing rescuers to respond to emergencies involving electric vehicles requires a systematic approach and includes several key steps.

#### Stage 1: Training and professional development

The first and most important step in preparation is lifeguard training. This includes studying the design features of electric vehicles, such as high-voltage batteries, control systems and chargers. First responders must know how to correctly identify an electric vehicle at an accident scene, as well as be aware of potential hazards such as the risk of electrical shock and fire.

Training should include theoretical classes, as well as practical training on specialized training systems and real electric vehicles. It is important that rescuers are confident in using tools to disconnect batteries and other EV systems (Figure 1).



**Figure 1. – The process of conducting practical training**

For high-quality and consistent training of rescuers, the educational process must be built on a multi-level principle. Basic, advanced and expert levels of rescuer training should be distinguished. These levels should complement each other based on previously acquired knowledge and skills.

The basic level should include:

- studying the design features of electric transport;
- studying the characteristics of electric vehicle fires;
- studying and practicing standard operating procedures at specialized training complexes.

Advanced level should include:

- study of world statistics
- studying and practicing best global practices in the field of emergency response involving electric vehicles;
- studying the basic principles of managing forces and means at the scene of an emergency.

Expert level should include:

- training of rescuers on the basis of electric transport manufacturers with the participation of engineering and design personnel of organizations.
- practical testing of complex measures to eliminate the consequences of road accidents involving electric vehicles of various types and forecasting their consequences.

– participation in the discussion of the revision of old and the creation of new standard operating procedures.

Stage 2: Development of standard operating procedures.

The next step is to develop standard operating procedures for emergency response to electric vehicles. These procedures must be adapted to the specifics of working with electric vehicles, the available equipment, the level of training of rescuers, and include algorithms for actions in various situations: from road accidents to fires.

Standard operating procedures should take into account the specifics of interaction with high-voltage systems, requirements for the use of personal protective equipment and the procedure for evacuating victims. It is important that all first responders are familiar with these procedures and can implement them quickly.

Stage 3: Conducting exercises and training.

Regular drills and training are a key element of lifeguard training. They allow you not only to practice skills, but also to identify weaknesses in existing procedures. Exercises can be conducted both indoors and outdoors using real electric vehicles.

During exercises, it is important to simulate various emergency scenarios, including complex situations such as multi-vehicle accidents or battery fires. This will help rescuers learn to operate under stress and uncertainty.

Stage 4: Collaboration with manufacturers and experts.

Collaboration with electric vehicle manufacturers and safety experts is another important step in preparation. This cooperation may include the exchange of information about new vehicle models, their features and potential risks. Manufacturers can provide emergency responders with access to technical documentation and training materials.

In addition, joint seminars and master classes will help increase the level of knowledge of rescuers about modern technologies and methods for eliminating emergencies involving electric vehicles.

Preparing first responders to respond to electric vehicle emergencies is critical. First, it ensures the safety of the rescuers themselves, who may face new risks. Second, good training leads to more effective emergency response, which can save the lives of victims.

Equally important is increasing public trust in first responders. When citizens know that rescuers are ready to handle any challenge, it builds confidence in their professionalism and willingness to help.

Conclusion.

Preparing responders to respond to electric vehicle emergencies is a multifaceted process that includes training, developing standards, conducting exercises, and collaborating with experts. With the growing popularity of electric vehicles, it is important to ensure a high level of preparedness of rescue services for new challenges. This will not only increase the safety of all road users, but will also allow us to effectively respond to emerging threats, preserving the lives and health of people.

### **Literature**

1. IEA (2024), Global EV Outlook 2024, IEA, Paris [Electronic resource] // global-ev-outlook-2024 – Access mode <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024> License : CC BY 4.0 – Access date: 08/18/2024.

## ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ СПАСАТЕЛЕЙ-ПОЖАРНЫХ ТУШЕНИЮ ПОЖАРОВ В ЭЛЕКТРОБУСАХ

*Бабич В.Е.*

*Филиал «Институт переподготовки и повышения квалификации»  
Университета гражданской защиты МЧС Беларуси*

**Аннотация.** Представлена информация о конструктивных особенностях электробусов, а также рекомендации по разработке тренажерных комплексов электробусов для подготовки спасателей-пожарных.

**Ключевые слова:** подготовка спасателей, электротранспорт, возгорание электробуса.

## PECULIARITIES OF RESCUERS-FIREFIGHTERS TRAINING TO EXTINGUISH FIRES IN ELECTRIC BUSES

*Babich V. Ye.*

*The branch «Institute of Retraining and Professional Development»  
of the University of Civil Protection of the MES of the Republic of Belarus*

**Annotation.** The information about the design features of electric buses, as well as recommendations for the development of training complexes of electric buses for the training of rescuers-firefighters is presented.

**Key words:** training of rescuers, electric transport, electric bus fire.

## КАРАКТЕРИСТИКЕ ОБУКЕ СПАСИЛАЦА-ВАТРОГАСЦА ЗА ГАШЕЊЕ ПОЖАРА НА ЕЛЕКТРИЧНИМ АУТОБУСИМА

*Бабіч В.*

*Огранак „Институт за преквалификацију и стручно усавршавање“  
Универзитета цивилне заштите  
Министарства за ванредне ситуације Републике Белорусије*

**Апстракт.** Представљене су информације о конструкцијским карактеристикама електричних аутобуса, као и препоруке за развој комплекса за обуку електричних аутобуса за обуку спасилаца-ватрогасаца.

**Кључне речи:** обука спасилаца, електрични транспорт, пожар електробуса.

Применение электротранспорта и непосредственно электробусов является общемировой тенденцией. При этом интенсивному использованию данного типа транспорта способствуют высокая энергоэффективность, производительность, с одновременным сокращением выбросов парниковых газов и вредных веществ.

На сегодняшний день в мире эксплуатируется более 250 000 электробусов. Как и для всех видов транспортных средств, эксплуатация электробусов не исключает случаи возгораний. Для примера в Российской Федерации в 2024 году планируется выпуск 25 тысяч электротранспортных средств [1]. В части применения электробусов Российская Федерация является одним из европейских лидеров, где только в Москве эксплуатируется более 1050 единиц на 79 маршрутах.

Для обеспечения быстрого набора скорости и достаточного запаса хода без подзарядки электробусы оборудуются литий-ионной батареей мощностью в некоторых случаях превышающей 100 кВт•ч и с расчетным запасом хода, достигающим 300 км. При этом аккумуляторная батарея в среднем содержит 8 кг лития, 35 кг никеля, 20 кг марганца, 14 кг кобальта, и ее масса может достигать 1000 кг. При этом аккумуляторная батарея достаточно восприимчива для внешних термических, механических и электрических воздействий, что может привести к последующим возгораниям.

Эксплуатация электробусов в условиях повышенных температур может привести к перегреву батарей, что при недостаточном отводе тепла приводит к тепловому разгону и в итоге может привести к возгоранию. В свою очередь, при эксплуатации в условиях низких температур в аккумуляторе увеличивается внутреннее сопротивление, способствующее росту дендритов металлического лития, вызывающее внутри батареи дополнительные эффекты нагрева, что увеличивает вероятность ее возгорания.

Также причиной возникновения теплового разгона с последующими цепными реакциями, приводящими к возгоранию аккумуляторов, может являться неправильная эксплуатация или последствия дорожно-транспортных происшествий. В большинстве случаев выход из строя батареи сопровождается выбросом отравляющих газов (водород, метан, окись углерода, фтористый водород и цианистый водород), реактивным пламенем с вероятным взрывом.

Производители электробусов и электромобилей для защиты от теплового разгона и последующего воспламенения аккумуляторных батарей производители оснащают ячейки электронными блоками, контролирующими температурные режимы. При повышении температуры в ячейках электрическая цепь разрывается, обеспечивая остановку химических реакций. Однако данные конструктивные особенности не всегда способны исключить внешние воздействия с последующим возгоранием батарей.

Тушение электробусов имеет значительные трудности, связанные с герметичностью аккумуляторных батарей, местами их расположения и необходимостью применения значительного количества огнетушащих средств для их охлаждения.

В открытых источниках приводятся данные о более чем 40 возгораниях пассажирских транспортных средствах на электрической тяге. Детальное изучение причин возгораний пассажирского электротранспорта позволяет определить закономерности свойственные для данных типов технических средств и разработать алгоритмы действий для спасателей.

По данным Пекинского технологического института, 38,5% пожаров электротранспорта происходит в местах стоянки, 27,5% - в процессе зарядки аккумуляторных батарей. Также в данных исследованиях акцентируется внимание на особенности эксплуатации в холодный период, указывая на повышенный риск в процессе зарядки аккумуляторных батарей [2].

Учитывая опыт тушения электротранспорта, можно отметить основные рекомендации для спасателей-пожарных, связанные с подачей огнетушащих средств в зону горения (11 000 литров); погружение электротранспорта в емкость с водой; использование специальных устройств, позволяющих путем установки под аккумуляторной батареей производить пробивку корпуса и обеспечение подачи огнетушащих средств непосредственно в ячейки. Применение данных методов целесообразно при тушении легковых электромобилей и практически невозможно при тушении электробусов.

Требования, предъявляемые к высоте пола электробуса для обеспечения легкого доступа в салон для пассажиров, особенно людей с ограниченными возможностями, определяют места установки батарей на крыше или в боковых секциях. На основании приведенной информации возникает необходимость разработки и внедрения в образовательные процессы подготовки спасателей пожарных алгоритмов действий в случаях тушения пожаров в электробусах и соответственно создания тренажерных комплексов позволяющих моделировать различные чрезвычайные ситуации, учитывающие отработку действий в местах стоянки и зарядки транспортных средств, а также отработку действий по тушению пожаров в батареях расположенных на крыше и в боковых панелях (рисунок 1).

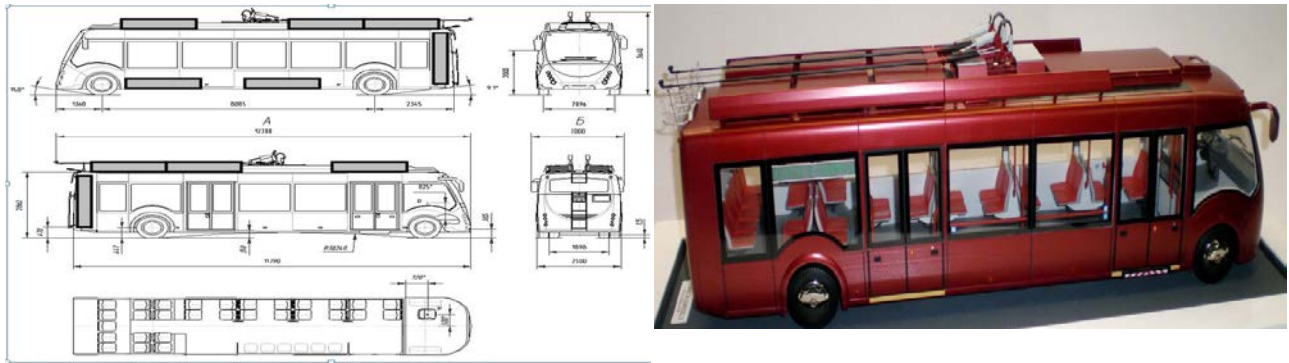


Рис. 1 – Внешний вид тренажера

При этом тренажер электробуса должен обеспечивать воспроизведение следующих сценариев:

- динамика развития тепловых и электрических процессов возникающих при переходе силовых батарей в аварийный режим работы, а также динамика развития пожаров на электробусах с автономным ходом в целом;
- контроль газовой среды при пожарах на пассажирском транспорте с электроприводом;
- порядок проведения разведки для определения мест расположения силовых батарей, а также определение мест наибольшего термического воздействия;
- направления введения огнетушащих веществ, для наиболее эффективного охлаждения (тушения) силовых батарей;
- определение эффективности различных огнетушащих веществ, используемых для охлаждения (тушения) силовых батарей;
- меры по контролю за состоянием силовой батареи, перешедшей в аварийный режим работы после охлаждения (тушения), предотвращение повторного самовозгорания;
- расстановка сил и средств при ликвидации чрезвычайных ситуаций связанных с переходом силовых батарей электробусов или троллейбусов с автономным ходом в аварийный режим работы;
- правила безопасности при ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанные с переходом силовых батарей электробусов или троллейбусов с автономным ходом в аварийный режим работы, либо недопущению такого перехода;
- защита пострадавших в результате чрезвычайных ситуаций с электробусами или троллейбусами с автономным ходом и очевидцев.

#### Список источников

1. Батарейка на колесах. — URL: <https://trends.rbc.ru/trends/green/62671a189a7947c85bb26f0f/> (дата обращения: 03.09.2024)
2. В Китае опубликовали статистику по возгораниям электрокаров: BYD и GAC в топе. — URL: <https://matador.tech/news/v-kitae-opublikovali-statistiku-po-vozgoraniam-elektrokarov-byd-i-gac-v-tope> (дата обращения: 03.09.2024)

# НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МЧС РОССИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ, В ТОМ ЧИСЛЕ С ЭЛЕКТРОМОБИЛЯМИ

*Горячева Е.В.*  
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

**Аннотация.** Рассмотрены основные направления деятельности МЧС России в области развития системы спасения пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях. Приведены статистические показатели общей аварийности на автомобильных дорогах и основные показатели реагирования пожарно-спасательных подразделений на дорожно-транспортные происшествия в Российской Федерации в 2014-2023 годах. Рассмотрены формы проведения практических мероприятий по отработке действий при ликвидации последствий автоаварий и направления научно-методического обеспечения деятельности пожарно-спасательных подразделений по проведению аварийно-спасательных работ и оказанию помощи пострадавшим в дорожно-транспортных происшествиях.

**Ключевые слова:** дорожно-транспортные происшествия, безопасность дорожного движения, МЧС России, учения, соревнования, научно-методическое обеспечение деятельности, электромобили.

## SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL SUPPORT FOR THE ACTIVITIES OF DIVISION EMERCOM OF RUSSIA IN CARRYING OUT EMERGENCY RESCUE OPERATIONS WHEN ELIMINATING THE CONSEQUENCES OF ROAD ACCIDENTS, INCLUDING THOSE INVOLVING ELECTRIC VEHICLES

*Goryacheva E.V.*  
VNI GOChS (FC)

**Abstract.** The article considers the main areas of activity of the EMERCOM of Russia in the development of a system for rescuing victims of road accidents. It provides statistical indicators of the overall accident rate on motor roads and the main indicators of the response of fire and rescue units to road accidents in Russia in 2014-2023. It considers the forms of practical events to practice actions in eliminating the consequences of car accidents and the directions of scientific and methodological support for the activities of fire and rescue units in conducting emergency rescue operations and providing assistance to victims of road accidents.

**Keywords:** road accidents, road safety, EMERCOM of Russia, training, competitions, scientific and methodological support of activities, electric vehicles.

## НАУЧНО-МЕТОДОЛОШКА ПОДРШКА РАДОВА ЈЕДИНИЦА МЧС РУСИЈЕ У СПРОВОЂЕЊУ ХИТНИХ И СПАСИЛАЧКИХ РАДОВА ПРИЛИКОМ ЕЛИМИНАЦИЈЕ ПОСЛЕДИЦА САОБРАЋАЈНИХ НЕСРЕЋА, УКЉУЧУЈУЋИ И СА ЕЛЕКТРИЧНИМ ВОЗИЛИМА

*Горјачева Е.В.*  
Све-руски научно-истраживачки институт за цивилну заштиту и ванредне ситуације,  
Министарство за ванредне ситуације Русије

**Апстракт:** Размотрена су основна правца активности МЧС Русије у области развоја система спасавања повређених у саобраћајним несрећама. Приказани су статистички показатељи

укупне стопе несрећа на путевима и основни показатељи реаговања ватрогасних и спасилачких јединица на саобраћајне несреће у Руској Федерацији у периоду од 2014. до 2023. године. Разматрани су облици извођења практичних вежби за обуку у елиминацији последица саобраћајних несрећа и правци научно-методолошке подршке активностима ватрогасних и спасилачких јединица у спровођењу хитних и спасилачких радова и пружању помоћи повређенима у саобраћајним несрећама.

**Кључне речи:** саобраћајне несреће, безбедност саобраћаја, МЧС Русије, вежбе, такмичења, научно-методолошка подршка активностима, електрична возила.

Повышение безопасности дорожного движения, направленное на сохранение жизни, здоровья и имущества граждан Российской Федерации, является одним из приоритетных направлений государственной политики и важным фактором обеспечения устойчивого социально-экономического и демографического развития страны [1].

Деятельность МЧС России по совершенствованию системы спасения пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях (далее – ДТП) направлена на сокращение количества погибших и тяжести последствий для пострадавших граждан путем реагирования пожарно-спасательных подразделений на автомобильные аварии, повышение профессиональной подготовки спасателей, совершенствование технологий проведения аварийно-спасательных работ и оказания помощи пострадавшим, а также оснащение подразделений современными образцами аварийно-спасательной техники, оборудования и инструмента.

С целью развития научно-методического и информационно-аналитического обеспечения деятельности МЧС России в области оказания помощи пострадавшим в ДТП в 2007 году на базе Всероссийского научно-исследовательского института по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федерального центра науки и высоких технологий) (далее – Институт) создан Центр мониторинга ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий (далее – Центр ДТП).

Сотрудниками Центра ДТП обеспечивается ежедневный мониторинг и анализ деятельности пожарно-спасательных подразделений в части реагирования, оказания помощи пострадавшим и проведения работ при ликвидации последствий автоаварий, а также ведения информационных ресурсов в рассматриваемой области посредством «Информационно-аналитической системы в области ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий» [3]. Институт является главным администратором данной системы.

Реагирование пожарно-спасательных подразделений на ДТП – одно из основных направлений деятельности МЧС России в области повышения безопасности дорожного движения. По данным Главного управления по обеспечению безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации с 2014 по 2023 год на территории Российской Федерации произошло более 1,59 млн. автоаварий, в которых погибло более 184,3 тыс. человек, было ранено свыше 2 млн. человек (рисунок 1) [4].

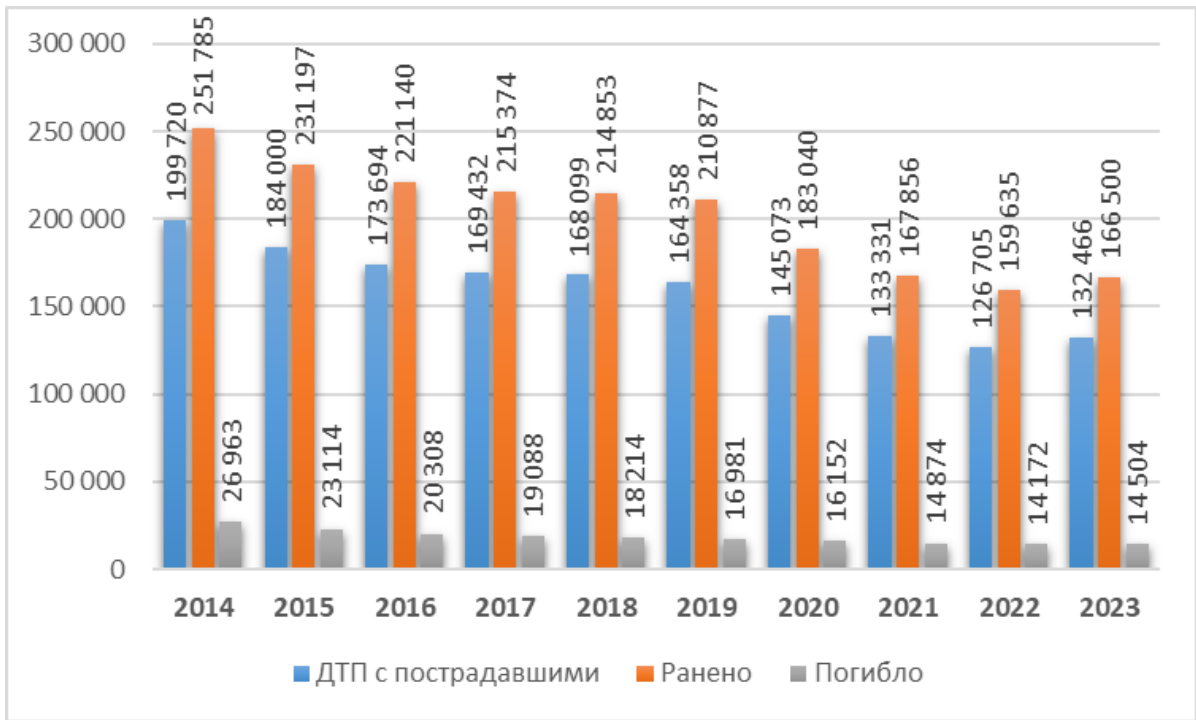


Рис. 1 – Основные показатели аварийности на автомобильных дорогах на территории Российской Федерации в 2014-2023 гг.

За рассматриваемый период пожарно-спасательными подразделениями осуществлено более 1,1 млн. выездов на ДТП, на месте которых проведено более 1,75 млн. технологических операций (работ). Личным составом подразделений помощь оказана более 948 тыс. пострадавших, из них спасено более 471 тыс. граждан, деблокировано из аварийных транспортных средств более 115,5 тыс. пострадавших, первая помощь оказана более 631,5 тыс. граждан (рисунки 2-3) [3].



Рис. 2 – Основные показатели реагирования пожарно-спасательных подразделений на ДТП в Российской Федерации в 2014-2023 гг.

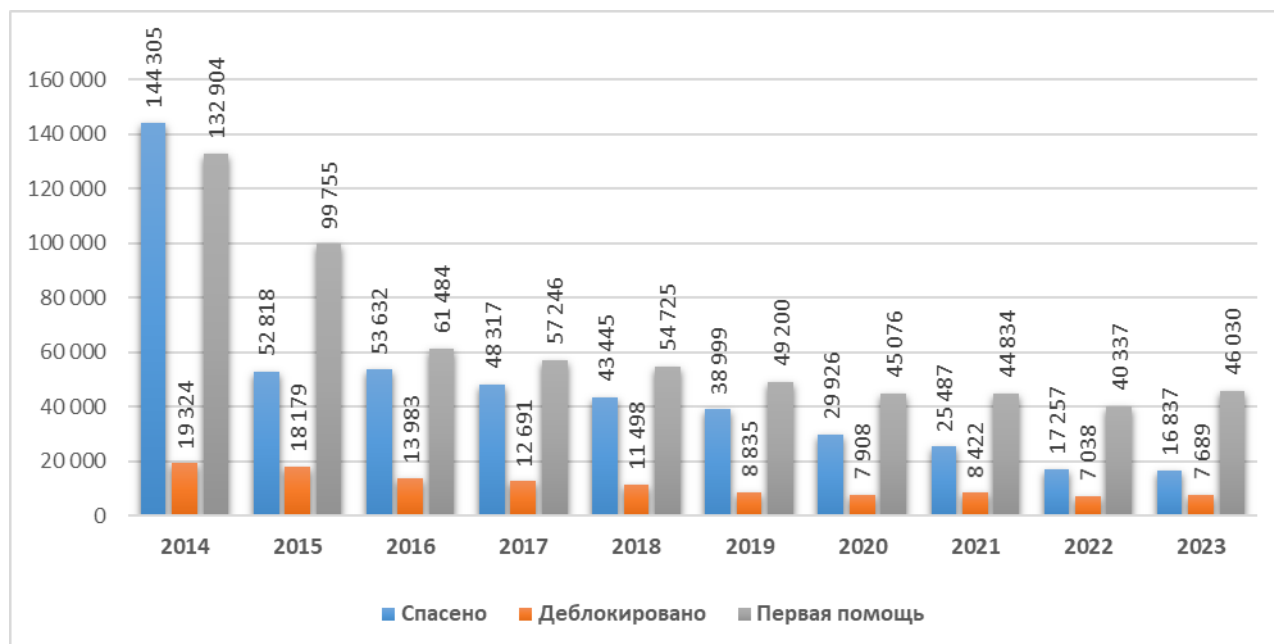


Рис. 3 – Основные показатели оказания помощи пострадавшим в ДТП силами пожарно-спасательных подразделений в Российской Федерации в 2014-2023 гг.

Статистика аварийности за последние 10 лет свидетельствует о том, что количество дорожно-транспортных происшествий в год сократилось более чем на 67 тыс., количество погибших в автоавариях уменьшилось более чем на 12 тыс. чел., раненых – на 85 тыс. чел. В условиях снижения общих показателей аварийности на автомобильных дорогах в Российской Федерации наблюдается пропорциональное снижение количества реагирования пожарно-спасательных подразделений на ДТП.

В I полугодии 2024 года в Российской Федерации по данным Главного управления по обеспечению безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации зафиксировано более 56 тыс. дорожно-транспортных происшествий с пострадавшими на автомобильных дорогах общего пользования, в результате которых погибло более 5,9 тыс. человек, получили ранения более 70,4 тыс. человек [4].

Пожарно-спасательными подразделениями в I полугодии 2024 года осуществлено более 44,8 тыс. выездов на ДТП, при ликвидации которых проведено более 66,4 тыс. технологических операций (работ), среднее время прибытия к месту ДТП составило 8,2 минуты. Силами подразделений помощь оказана более 37,2 тыс. пострадавших, из них спасено более 6,8 тыс. граждан, первая помощь оказана более 18,6 тыс. пострадавших (рисунок 4) [3].

В условиях снижения общих показателей аварийности на автодорогах в Российской Федерации в I полугодии 2024 года отмечается пропорциональное увеличение количества выездов пожарно-спасательных подразделений на ДТП. Наблюдается уменьшение количества случаев оказания помощи пострадавшим (в том числе количества спасенных, случаев оказания первой помощи, количества деблокированных), что является следствием снижения общего количества раненых в результате ДТП. При этом отмечается увеличение количества проводимых работ на месте ДТП.



Рис. 4 – Основные показатели реагирования пожарно-спасательных подразделений на ДТП в Российской Федерации в I полугодии 2024 года

Одним из основных мероприятий, выполняемым МЧС России в рамках развития системы оказания помощи пострадавшим в ДТП, является оснащение пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники, оборудования и инструмента для проведения аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий ДТП.

Специалистами Центра ДТП ежегодно проводится оценка состояния организационного и материально-технического обеспечения подразделений МЧС России техникой и специальным оборудованием. Полученные результаты ложатся в основу принимаемых решений по повышению уровня технического обеспечения подразделений МЧС России, участвующих в ликвидации последствий ДТП и прикрывающих наиболее опасные участки автомобильных дорог.

Рост уровня автомобилизации, неразвитая транспортная инфраструктура приводят к снижению пропускной способности автомобильных дорог, что в свою очередь усложняет возможность своевременного прибытия экстренных служб на место ДТП для проведения аварийно-спасательных работ и оказания помощи пострадавшим. В связи с этим развитие технологий экстренного реагирования стало одним из приоритетных направлений деятельности МЧС России в области развития системы спасения пострадавших в ДТП.

С 2010 года в МЧС России созданы группы экстренного реагирования, оснащенные пожарно-спасательными мотоциклами. Мотоциклы оборудованы первичными средствами тушения пожаров, специальным инструментом для проведения аварийно-спасательных работ (ГАСИ), средствами ограждения места ДТП, комплектами для оказания первой помощи пострадавшим и другим снаряжением (рисунок 5).



Рис. 5 – Мотоциклы, оснащенные пожарно-спасательным оборудованием

Группы экстренного реагирования осуществляют мониторинг оперативной обстановки по специально разработанным маршрутам с учетом дорожной обстановки, мест концентрации ДТП и особенностей территории. Оперативное реагирование осуществляется при обнаружении ДТП, пожара или другого происшествия. При большой загруженности автомагистралей в мегаполисах они способны максимально быстро прибыть к месту происшествия и незамедлительно оказать помощь пострадавшим. В 22 субъектах Российской Федерации созданы и выполняют функциональные обязанности 38 групп экстренного реагирования МЧС России, в штатах которых находятся 111 пожарно-спасательных мотоциклов.

В I полугодии 2024 года группами экстренного реагирования осуществлено 1 868 выездов, их которых 1 286 выездов пришлось на патрулирование, 224 выезда на ДТП, 110 выездов на обеспечение пожарной безопасности мероприятий, 168 выездов на тушение пожаров и 80 выездов на участие в учениях и тренировках. В ходе реагирования на ДТП на месте автоаварий проведено 34 работы, включая мероприятия по оказанию первой помощи и деблокированию пострадавших из аварийных транспортных средств (рисунок 6).



Рис. 6 – Сведения по применению пожарно-спасательных мотоциклов на территории Российской Федерации в I полугодии 2024 года

Ликвидация последствий дорожно-транспортных происшествий требует высокой степени координации между различными экстренными службами. Слаженность, оперативность и согласованность действий диспетчеров, спасателей, пожарных, медиков и инспекторов дорожно-патрульной службы играют ключевую роль в спасении жизней людей и минимизации ущерба от последствий автоаварий.

В рамках практической отработки приемов и навыков действий личного состава пожарно-спасательных подразделений, а также повышения уровня межведомственного взаимодействия специалистов экстренных служб при реагировании на дорожно-транспортные происшествия и оказания помощи пострадавшим ежегодно проводятся учения и тренировки (рисунок 8). Такая форма практических мероприятий направлена на улучшение координации действий экстренных служб и повышение уровня безопасности всех участников дорожного движения. Обеспечение должного уровня практической подготовки спасателей гарантирует успешное выполнение задач в условиях нестандартных ситуаций, связанных с авариями на дорогах.



Рис. 7 – Межведомственные учения по ликвидации последствий ДТП

Одно из последних крупных межведомственных комплексных учений по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с дорожно-транспортными происшествиями, состоялось в марте 2024 года на участке Москва – Казань скоростной автомобильной дороги М-12 «Восток». К учениям было привлечено более 400 специалистов и 140 единиц техники, включая 5 вертолетов санитарной авиации. В рамках учений специалистами Института были организованы и проведены научные исследования в соответствии с целями и задачами учений.

Следующие масштабные учения запланированы в октябре текущего года на автомобильной дороге М-4 «Дон» Москва – Воронеж – Ростов-на-Дону – Новороссийск», в рамках которых специалистами Института так же будут организованы и проведены научные исследования и дана экспертная оценка межведомственного взаимодействия, используемых приемов и способов ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с дорожно-транспортными происшествиями, и оказания помощи пострадавшим.

Проведение учений и тренировок позволяет не только улучшить навыки и взаимодействие личного состава пожарно-спасательных подразделений и других экстренных служб, но и повысить общую готовность к эффективной ликвидации последствий ДТП.

Другая форма практических мероприятий по отработке навыков ведения аварийно-спасательных работ на месте автоаварий – соревнования. Сотрудники Центра ДТП являются организаторами соревнований на звание «Лучшая команда МЧС России по проведению аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий аварий на автомобильном транспорте», которые ежегодно проводятся в системе МЧС России с 2010 года (рисунок 9). К участию в соревнованиях привлекаются команды пожарно-спасательных подразделений, аварийно-спасательных и воинских спасательных формирований МЧС России (спасательных центров).

Соревнования способствуют повышению уровня профессионального мастерства и позволяют участникам отточить свои навыки в условиях, близких к реальным ситуациям. Участие в соревнованиях дает возможность обмена опытом между командами и специалистами, что позволяет выявлять лучшие практики и внедрять их в повседневную работу. Во время соревнований могут быть протестированы новые технологии и методы проведения аварийно-спасательных работ, которые позволят оценить их эффективность и внести коррективы в стандарты работы. Слаженность выполняемых действий во время соревнований способствует укреплению командного духа и взаимопонимания среди участников, что особенно важно для эффективного взаимодействия при ликвидации последствий ДТП и оказанию своевременной помощи пострадавшим.



Рис. 8 – Организация и проведение соревнований на звание «Лучшая команда МЧС России по проведению аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий аварий на автомобильном транспорте»

Проведение практических мероприятий привлекает внимание общественности к вопросам безопасности дорожного движения и подчеркивает актуальность проблемы. Это способствует повышению общей культуры вождения и снижению числа автомобильных аварий. Публичные демонстрации работы экстренных служб показывают обществу, какие ресурсы и усилия вкладываются в подготовку специалистов и техническое оснащение подразделений, что создает доверие и понимание важности их работы. Мероприятия так же способствуют мотивации всех участников дорожного движения к повышению своего уровня теоретических знаний правил безопасности дорожного движения, а также изучению или совершенствованию практических навыков оказания первой помощи, что в свою очередь может привести к снижению дорожно-транспортного травматизма и смертности на дорогах.

Эффективная система спасения требует глубокого анализа данных о дорожно-транспортных происшествиях, который позволит выявить основные причины аварий и оптимизировать рабочие процессы спасательных служб. Разработка и внедрение информационно-аналитических материалов в области развития системы спасения пострадавших в ДТП способствуют повышению теоретических знаний и их эффективного применения на практике. Аналитика ДТП включает в себя изучение статистики аварийности, мониторинг реагирования пожарно-спасательных подразделений и мероприятий по оказанию помощи пострадавшим.

Специалистами Института издаются и внедряются в реагирующие подразделения МЧС России учебные пособия, монографии, методические рекомендации, плакаты в области развития системы спасения пострадавших в ДТП. Одной из последних стала разработка книги «Проведение спасательных работ при дорожно-транспортных происшествиях» [5].

В процессе работы над книгой использованы отдельные идеи и материалы коллег Минздрава России, опыт пожарных и спасателей, специалистов экстренных служб. Главной задачей было сделать книгу информативной и полезной для специалистов, принимающих участие в ликвидации последствий ДТП, а также интересной для широкого круга читателей. В книге представлен базовый алгоритм правил и приемов проведения аварийно-спасательных работ, применения аварийно-спасательного инструмента и оборудования, оказания первой помощи и психологической поддержки. В дополнение к текстовой составляющей созданы тематические видеоматериалы, которые можно просмотреть с помощью применения технологии двумерного матричного штрихового кода (QR-код).

Важно учитывать, что любая автомобильная авария является в своей степени уникальной и имеет свои особенности: количество транспортных средств и их конструктивные особенности, количество пострадавших и характер полученных травм, наличие или угроза возникновения вторичных факторов. Практически невозможно полностью и детально описать точные алгоритмы и способы спасения пострадавших

в каждом ДТП, гарантировать спасение пострадавших и исключить вероятность нанесения ущерба самим пожарным и спасателям в ходе работы.

В условиях увеличения числа электромобилей требуется внедрение современных методик и стандартов, которые обеспечат оперативное реагирование пожарно-спасательных подразделений. Обучение специалистов МЧС России навыкам работы с современными транспортными средствами, включая электромобили, необходимо для повышения эффективности действий при ликвидации последствий ДТП и оказанию помощи пострадавшим.

По данным Аналитического агентства «АВТОСТАТ» по состоянию на I полугодие 2024 года количество электромобилей и подключаемых гибридов на территории Российской Федерации составило более 90 тысяч экземпляров, что составляет 0,19% от всего парка легковых автомобилей (46,81 млн. машин) [6].

В Концепции по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года указано, что «...в 2020 году продажи электромобилей в мире составили 4,2 % общего объема глобального рынка легкового транспорта, что соответствует объему в 3,1 млн. электромобилей. Ожидаемые институциональные изменения и технологические прорывы на мировом рынке приведут к тому, что отрасль перейдет от стадии роста рынка к стадии массового быстрого роста в ближайшие годы. В отдельных регионах мира (страны Западной Европы и Китай) перелом рынка уже начался...» [2].

Ключевыми целевыми показателями Концепции по производству электрического автомобильного транспорта и развитию зарядной инфраструктуры на период до 2030 года в 2021-2024 годах являются производство не менее 25 тыс. электротранспортных средств и ввод в эксплуатацию не менее 9,4 тыс. зарядных станций, в том числе не менее 2,9 тыс. быстрых зарядных станций (рисунок 10).

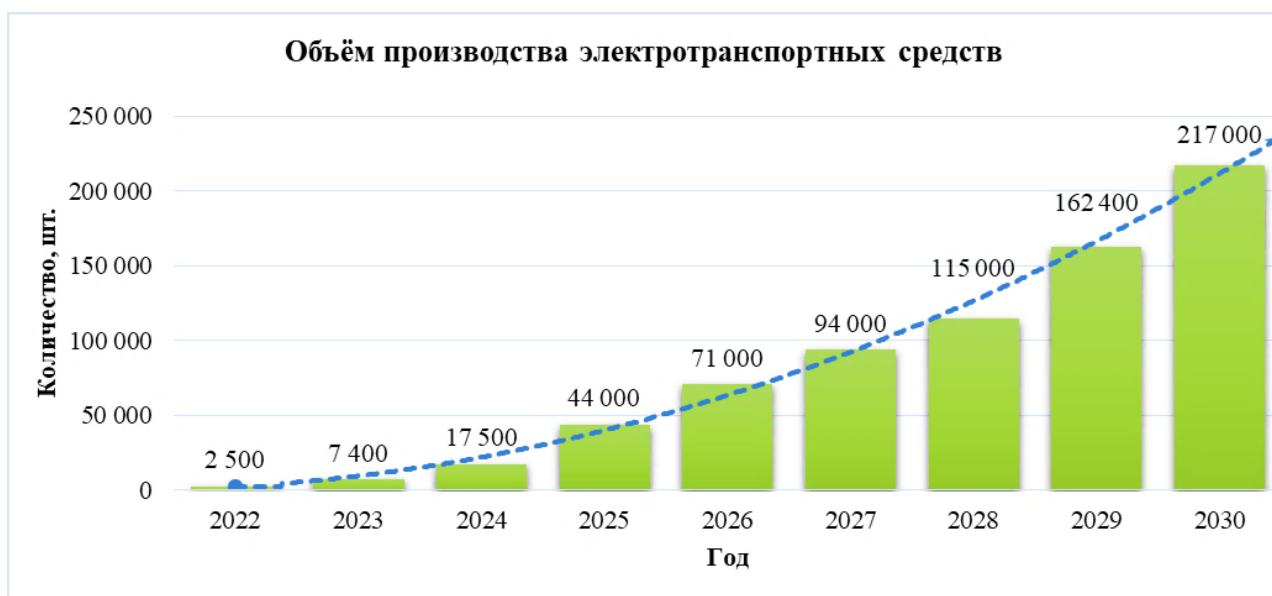


Рис. 9 – Целевые показатели по производству электрического автомобильного транспорта на период до 2030 года

В соответствии с имеющимися прогнозами по развитию производства и использования электротранспортных средств, а также статистическими данными аварийности на автомобильных дорогах общего пользования с пострадавшими появилась необходимость разработки методических материалов, определяющих специфику и тактику применения сил подразделений МЧС России при ликвидации последствий ДТП с участием автомобилей, работающих на альтернативных источниках энергии.

Таким образом, в рамках научно-методического обеспечения деятельности подразделений МЧС России по проведению АСР при ликвидации последствий ДТП, в том числе с электромобилями, специалистами Института были разработаны методические рекомендации, в которых изложены основные вопросы планирования, подготовки и проведения мероприятий практического характера, а также базовые технологии проведения АСР при ликвидации последствий ДТП с различными видами аварийных транспортных средств, в том числе работающих на альтернативных источниках питания. Данные рекомендации были разработаны в целях повышения уровня профессионального мастерства личного состава подразделений и внедрения современных подходов к оказанию помощи пострадавшим в ДТП.

Реализация и совершенствование мероприятий основных направлений деятельности МЧС России в области развития системы спасения пострадавших в ДТП будет способствовать повышению уровня профессионального мастерства личного состава, технического оснащения подразделений современными образцами техники и оборудования, а также уровня межведомственного взаимодействия экстренных служб при ликвидации последствий автоаварий.

### Список источников

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 08.01.2018 № 1-р «Об утверждении Стратегии безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018-2024 годы» [Электронный ресурс] / URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_288413/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_288413/) (Дата обращения: 19.08.2024).

2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23.08.2021 № 2290-р «Об утверждении Концепции по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года» [Электронный ресурс] / URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_393496/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_393496/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/) (Дата обращения: 19.08.2024).

3. Федеральная государственная информационная система «Информационно-аналитическая система в области ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий». [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://abdtp.ru/> (Дата обращения 19.08.2024).

4. Официальный сайт Министерства внутренних дел Российской Федерации, ГИБДД России. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://stat.gibdd.ru/> (Дата обращения 19.08.2024)

5. Проведение спасательных работ при дорожно-транспортных происшествиях / С.В. Колеганов, Н.А. Поздняков, Е.В. Горячева [и др.]. – Москва: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2019. – 410 с. – ISBN 978-5-93970-237-9.

6. Электрокары и гибриды в России [Электронный ресурс] / URL: <https://www.autostat.ru/research/product/537/> (Дата обращения: 19.08.2024).

## **FIRES IN ELECTRIC BUSES WITH LITHIUM-ION BATTERIES: RISKS, PREVENTION AND EXTINGUISHING METHODS**

*Lazar Miladinović, PhD Radovan Radovanović, PhD Dragan Mlađan, Nikola Mitrović*

**Abstract.** The contemporary era in which we live is characterized by an extraordinarily rapid technological and, consequently, societal development, primarily linked to the speed of information flow, as well as increased mobility in the movement of people, goods, and capital. In large cities, where movement is hindered due to the constant increase in the number of inhabitants and vehicles, this mobility of people and goods heavily depends on the functioning of public transportation systems. The traditional concept of organizing public transportation involves the use of vehicles powered by fossil fuels, i.e., oil and oil derivatives. Emissions from internal combustion engines are one of the leading causes of environmental pollution. To reduce the impact on the environment, a global trend initiated by most leading countries is to create conditions for zero emissions from public transport vehicles in the next decade, which involves the complete replacement of existing public transport fleets with electric-powered vehicles. The introduction of electric buses will significantly reduce environmental pollution, which is a positive factor, but on the other hand, new safety risks arise, many of which are related to the potential for fire and explosions from lithium-ion batteries. This paper provides an overview of current knowledge about potential fire risks associated with the use of electric buses, proposes preventive fire protection measures during their operation, and discusses some solutions applied worldwide in cases of accidents involving fires from lithium-ion batteries.

**Keywords:** *fire, explosion, electric vehicles, lithium-ion battery, fire extinguishing.*

## **ПОЖАРЫ АВТОБУСОВ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ХОДУ С ЛИТИЙ-ИОННЫМИ БАТАРЕЯМИ – РИСКИ, ПРОФИЛАКТИКА И СПОСОБЫ ТУШЕНИЯ**

*Лазар Миладинович, др Радован Радванович, др Драган Младжан, Никола Митрович*

**Аннотация.** Современная эпоха, в которой мы живем, характеризуется крайне быстрым технологическим и, следовательно, общественным развитием, которое связано прежде всего с быстротой потока информации, а также с увеличенной мобильностью в перемещении людей, товаров и капитала. В крупных городах, где из-за постоянного роста численности населения и количества транспортных средств передвижение затруднено, эта мобильность людей и товаров во многом зависит от функционирования системы общественного транспорта. Традиционная концепция организации общественного транспорта предполагает использование транспортных средств, работающих на ископаемом топливе, т.е. нефти и нефтепродуктах. Именно выбросы выхлопных газов от двигателей внутреннего сгорания являются одной из ведущих причин загрязнения окружающей среды. С целью уменьшения влияния на окружающую среду глобальный тренд, инициируемый большинством ведущих стран мира, заключается в создании условий для нулевых выбросов выхлопных газов от транспортных средств общественного транспорта в следующем десятилетии, что предполагает полную замену существующих автопарков общественного транспорта на транспортные средства с электрическим приводом. Введение электробусов значительно снизит загрязнение окружающей среды, что является положительным фактором, но с другой стороны открываются новые риски безопасности, значительная часть которых связана с возникновением пожаров и взрывов на литий-ионных батареях. В работе представлен обзор актуальных данных о потенциальных пожарных рисках, которые могут возникнуть при использовании электробусов, предложения по мерам профилактики пожара во время их эксплуатации, а также некоторые решения, применяемые в мире при авариях, сопровождающихся пожарами на литий-ионных батареях.

**Кључеве слова:** пожар, взрив, електричке транспортне средства, литиј-ионна батареја, тушење пожара.

## **ПОЖАРИ АУТОБУСА НА ЕЛЕКТРИЧНИ ПОГОН СА ЛИТИЈУМ ЈОНСКИМ БАТЕРИЈАМА – РИЗИЦИ, ПРЕВЕНТИВА И НАЧИН ГАШЕЊА**

*Лазар Миладиновић, др Радован Радовановић, др Драган Млађан, Никола Митровић*

**Апстракт.** *Савремено доба, у коме живимо, карактерише енормно брзи технолошки, на самим тим и развој друштва уопште, који је пре свега везан за брзину протока информација, али и повећану мобилност у кретању људи, робе и капитала. У великим градовима, у којима је због константног пораста броја становника и возила отежано кретање, ова мобилност људи и робе у многоме зависи од функционисања система јавног превоза. Традиционални концепт организовања јавног превоза подразумева употребу возила са погоном на фосилна горива тј. нафте и нафтних деривата. Управо емисија издувних гасова из мотора са унутрашњим сагоревањем представља један од водећих узрочника загађења животне средине. У циљу смањења утицаја на животну средину, глобални тренд, који иницирају већина водећих земаља света, јесте да се у наредној декади створе услови за нулту емисију издувних гасова из возила јавног превоза, што подразумева потпуну замену постојећих флота возила јавног превоза са возилима на електропогон. Увођење аутобуса на електропогон ће у значајној мери смањити загађење животне средине, што представља позитиван чинилац, али са друге стране се отварају нови безбедносни ризици од којих је велики део њих везан за појаву пожара и експлозија на литијум – јонским батеријама. У раду су дати прегледи актуелних сазнања о потенцијалним пожарним ризицима који се могу јавити приликом употребе аутобуса на електропогон, предлог превентивних мера заштите од пожара током њихове експлоатације, као и нека од решења која се примењују у свету, приликом акцидентата праћених пожаром на литијум – јонским батеријама.*

**Кључне речи:** *пожар, експлозија, електрична возила, литијум – јонска батерија, гашење пожара*

### **INTRODUCTION**

The use of electric buses in large urban environments represents a modern concept of eco-friendly and energy-efficient public transport, as they become a key alternative to traditional buses powered by fossil fuels (Mišanović, 2022).

According to available statistics, approximately 75% of the population in Europe currently lives in urban areas, with a migration trend towards large cities. This has led to a constant increase in exhaust emissions and environmental pollution caused by the transportation of people, goods, and capital (Borowik & Cywiński, 2016). In 2005, the transportation sector was responsible for about 15% of global greenhouse gas emissions, with road transport accounting for a significant 73% (Lecocq et al., 2012). In 2020, emissions from vehicles involved in the transportation of people, goods, and capital represented 24% of the total measured exhaust gases (Meeuws et al., 2023), primarily resulting from the combustion of fossil fuels, with petroleum derivatives leading to 57% of global oil consumption (Mišanović, 2022).

These statistical data highlight the urgent need to reduce the impact of exhaust gases from vehicles on the environment. This has led to initiatives by most leading countries to create conditions for zero emissions from public transport vehicles within the next decade, involving a complete replacement of existing public transport fleets with electric-powered vehicles.

The attempt to fully introduce electric buses in larger European cities began in 2013 with pilot tests involving one or two electric buses in Rotterdam, Milan, Barcelona, Bremen, London, Copenhagen, and Hamburg (Živanović & Mišanović, 2014). This was linked to the implementation of the "ZeEUS"

(Zero Emission Urban System) project initiated by the European Union for the period from 2013 to 2017 (Mišanović, 2022).

Following this project, public transport using electric battery-powered buses in European countries has been steadily increasing (Rosmuller & Reinders, 2023), as demonstrated by the "IEA Global EV Outlook 2022," which shows the highest shares of electric vehicles in Norway (86%), Iceland (72%), and Sweden (43%) (Hynnen et al., 2023a).

Similarly, in Russia, the number of electric vehicles is growing annually. According to the analytical agency "AUTOSTAT," the number of electric vehicles in Russia increased by nearly 70% during 2020, with about 60 million registered vehicles at the beginning of 2021, of which 76% were passenger cars, while the remaining 24% comprised commercial vehicles, freight trucks, motorcycles, and buses (Pivovarov et al., 2022). For example, according to information from GUP "Mosgortrans," in 2020, Moscow had over 535 electric buses (Dvoenko et al., 2020), while by 2023, this number had grown to approximately 1,050 units used for passenger transport on 79 lines (Kanonin & Lyschik, 2023). The trend of increasing electric buses used in public transport in Moscow is also evident in 2024. According to Maxim Liksutov, Deputy Mayor of Moscow for Transport, Moscow currently uses over 1,470 electric buses, with plans to increase this number to over 5,300 by 2030 (Liksutov, 2024).

Finally, the trend of increasing electric buses in China is perhaps the most pronounced globally. As of May 2020, the total number of electric buses was approximately 420,000, representing nearly 99% of the total number of electric buses worldwide (Lu et al., 2022).

As of August 2024, the number of electric vehicles in Serbia is increasing, but it remains relatively small compared to the total number of vehicles. According to data from 2023 issued by the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Serbia, there were approximately 3,007 electric vehicles. The overall representation of electric vehicles in Serbia relative to the total number of vehicles on the roads is about 0.5%. This figure can vary significantly depending on new data and support measures undertaken in the future, such as subsidies for purchasing electric vehicles, the construction of charging infrastructure, and other initiatives to support the development of the electric vehicle market. The introduction of electric buses worldwide is a significant measure for reducing environmental pollution, which is a positive factor. However, it also introduces new safety risks, many of which are associated with the occurrence of fires and explosions in lithium-ion batteries, as well as methods for extinguishing them. This topic will be discussed in detail in the following sections of this paper.

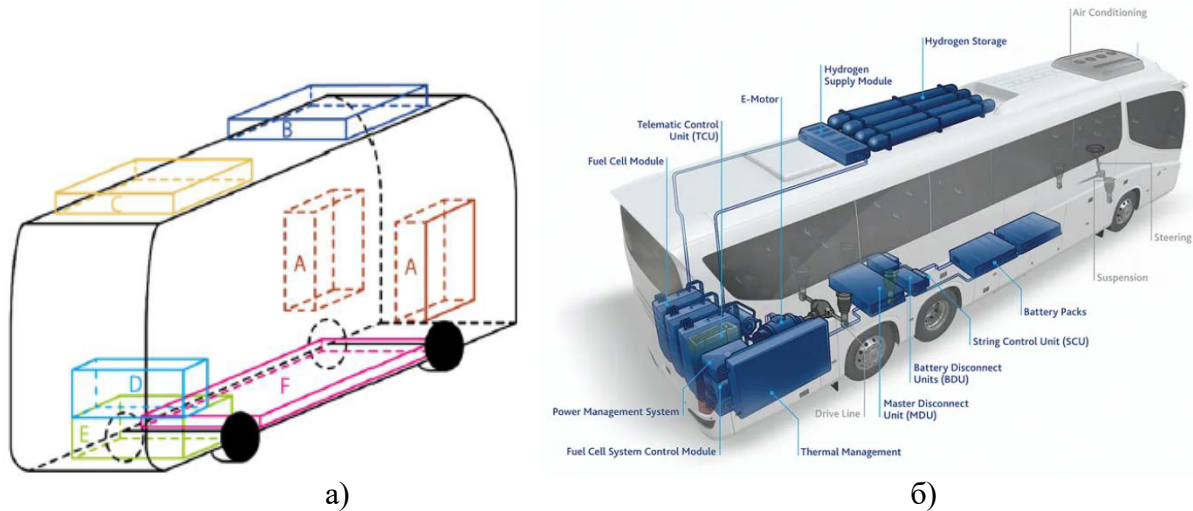
## **1. CHARACTERISTICS OF ELECTRIC BUSES WITH LITHIUM-ION BATTERIES**

Electric buses are becoming an increasingly popular solution for sustainable public transport due to their numerous advantages over traditional buses powered by fossil fuels.

The primary difference between electric buses and traditional fossil-fuel-powered buses lies in their propulsion systems and energy storage methods. While traditional buses use internal combustion engines that derive energy from burning fossil fuels, electric buses rely on electric motors powered by batteries stored within the vehicle.

The energy (kWh) contained in 1 kilogram of battery is significantly less than that in 1 kilogram of diesel fuel. Consequently, to achieve an acceptable range, a much larger volume and mass of batteries are required. This results in electric buses being 2,000 to 2,500 kilograms heavier than fossil-fuel-powered buses (Rosmuller & Reinders, 2023). Due to the limited carrying capacity of buses, any increase in the empty bus's weight leads to a reduction in the bus's passenger capacity. Considering the average weight of a passenger is around 75 kilograms, it can be concluded that the passenger capacity of electric buses is reduced by at least 8 passengers (Panić, 2017).

Unlike traditional fossil-fuel-powered buses, where fuel tanks are usually located beneath the bus's structure, batteries in electric buses can be installed in various locations, such as on the roof, underneath the floor, at the front, at the rear, or a combination of these positions.



a) b)  
 Figure 1. Examples of Battery Placement in Electric Buses  
 Source: Image labeled a (Bisschop et al., 2020)  
 Image labeled b (Alaswad et al., 2020)

To address the issue of reduced passenger space, one solution involves placing the battery on the roof of the electric bus. This approach optimizes interior space within the bus and facilitates passenger movement. Additionally, mounting the batteries on the bus roof allows for better exposure to air, which aids in cooling while the bus is in motion. This placement also makes the batteries more accessible for certain charging systems (Bisschop et al., 2019). However, this solution comes with some drawbacks. Placing heavy batteries on the roof complicates achieving a low center of gravity, and it is necessary to protect the batteries from moisture and mechanical damage.

The characteristics of an electric bus, including its cost and range, depend on the type of batteries installed. Recently, there has been an increased use of lithium-based accumulator batteries, specifically lithium-ion batteries (Šipuš, 2018).

The lithium-ion battery concept is based on the movement of electrical charge in the form of lithium ions between the anode and cathode through an electrolyte. The most commonly used materials for large-scale cathode production are (Dorsz & Lewandowski, 2021):

- Lithium cobalt oxides (LiCoO<sub>2</sub>),
- Lithium manganese oxides (LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>),
- Lithium iron phosphate oxides (LiFePO<sub>4</sub>),
- Lithium nickel manganese cobalt oxides (LiNiMnCoO<sub>2</sub>), and
- Lithium nickel cobalt aluminum oxides (LiNiCoAlO<sub>2</sub>).

Lithium-ion batteries store energy within individual cells, each of which contains a positive and negative terminal connected by a thin metal foil coated with electrochemically active material. This active material acts as the anode and cathode, allowing for the transfer of lithium ions between them. During the process, lithium ions move through a separator material, causing chemical reactions that produce electrical current. The direction of the current depends on whether the battery is charging or discharging: during charging, the current flows from the anode to the cathode, while during discharging, it flows in the opposite direction (Bisschop et al., 2019).

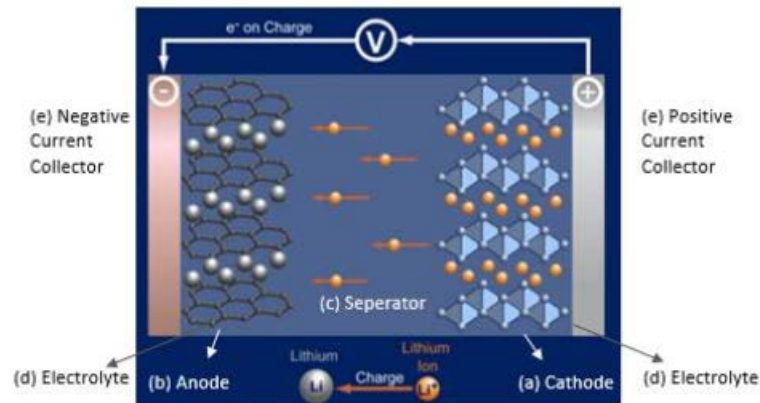


Figure 2. Illustration of Lithium-Ion Cell During Charging and Discharging  
Source: (Zhang et al., 2014)

The advantages of lithium-ion batteries compared to other materials include: low toxicity, high capacity, and low acquisition cost. Additionally, compared to nickel-based batteries, lithium-ion batteries offer a higher nominal voltage and greater energy density (Şenyürek et al., 2022).

• Compared to traditional bus models used in public transport, electric buses offer several advantages, including (Dvoenko et al., 2020):

- High efficiency,
- Environmental friendliness,
- Cost-effectiveness,
- Comfort,
- Lower noise levels, and
- Low maintenance costs.

## 2. DANGERS OF FIRE ON ELECTRIC BUSES

The introduction of electric buses brings numerous benefits, but it also introduces new safety risks. Media and social networks frequently report fires involving electric vehicles (Hynynen et al., 2023a), although research conducted by the firm Batelle suggests that this danger is overstated in the media (Cheberyak, 2020).

According to available statistical data from 2021 published by the Bureau of Transportation Statistics and the Government Recall Bureau in the USA, which covers fires in fossil fuel, hybrid, and electric vehicles, it can be concluded that fires in hybrid vehicles occur 2.2 times more frequently than in fossil fuel vehicles, while fires in electric vehicles are rare (Şenyürek et al., 2022). This finding is confirmed by other scientific studies, which indicate that the likelihood of fires in electric vehicles is significantly lower compared to fossil fuel vehicles (Hynynen et al., 2023a; Hynynen et al., 2023b). Data shows that fossil fuel vehicles have an eleven-fold higher probability of burning compared to electric vehicles. It should be noted that while lithium-ion batteries in electric vehicles are difficult to ignite, once a fire starts, it is more intense and harder to extinguish.

The greatest risk associated with electric vehicles arises from the energy storage in the propulsion battery, which in modern mass-produced passenger vehicles is primarily a lithium-ion battery.

Fires in electric vehicles can occur both when the vehicle is not in use, i.e., when parked, and when it is in use, i.e., during driving. According to data from the Beijing Institute of Technology, 38.5% of fires in electric vehicles occurred when the vehicle was parked, and 27.5% of fires happened during the charging of lithium-ion batteries. This research shows that in cold periods of the year, the risk of fire increases during battery charging, while in hot periods, the risk increases due to overheating (Kanonin & Lyshchik, 2023). These findings are supported by research in Europe, where out of 16 reported fires in electric vehicles, 10 fires started while the vehicle was stationary, including 4 fires in parked vehicles and 6 fires during the charging process (Rosmuller & Reinders, 2023).

Lithium-ion batteries generally do not pose a risk of spontaneous fire under stable operating conditions, but they can become prone to ignition when exposed to extreme or variable conditions or internal and external factors during operation.

The main risk factors that can jeopardize the safety of lithium-ion batteries can be categorized into three key categories (Dorsz & Lewandowski, 2021; Pivovarov et al., 2022):

- **Thermal Factors:** These factors manifest with changes in ambient temperature and can occur during intense vehicle use. The optimal operating temperature range for lithium-ion batteries is between 20°C and 30°C, and maintaining this temperature range under real conditions can be challenging. Prolonged exposure to high temperatures can lead to unwanted chemical reactions in the lithium-ion battery, causing overheating and uncontrolled temperature rise, which increases the risk of fire. When the internal temperature of the cells reaches between 90°C and 120°C, decomposition and an exothermic reaction can start, releasing excessive heat (Şenyürek et al., 2022). On the other hand, extremely low temperatures can increase the internal resistance of the lithium-ion battery, leading to additional thermal effects and an increased likelihood of fire. The amount of heat released in the event of a fire in an electric vehicle correlates with the battery's mass and capacity (Di Matteo, 2023).

- **Electrical Factors:** These factors are mainly associated with overcharging the battery. To meet demands for faster charging and high performance of electric vehicles, lithium-ion batteries are often pushed to their limits, which can lead to fire risks. Intense charging or discharging of lithium-ion batteries generates additional heat due to the Joule effect, potentially causing unwanted chemical reactions and leading to internal short circuits. Short circuits can result from "grown" dendrites, i.e., branches extending from the lithium metal surface. This can occur due to low temperatures, improper use, inadequate vehicle maintenance, excessive charging speeds, or inadequate battery monitoring and safety systems (Dvoenko et al., 2020).

- **Mechanical Factors:** These factors arise from traffic accidents, collisions with other vehicles, or impacts with obstacles. Research has shown that lithium-ion batteries are sensitive to mechanical damage, which is why electric vehicles need protective layers to shield the batteries from collisions. In minor collisions, these risks are less pronounced, but in high-speed crashes, the risk of fire in lithium-ion batteries is significantly increased. The risk of fire is most pronounced immediately after a collision, but there are also risks of delayed events that can affect towing, transport, and repair activities (Bisschop et al., 2019). Mechanical damage to the battery can cause short circuits between the anode and cathode, potentially leading to elevated temperatures in the electrolyte and increasing the risk of fire.

In addition to the aforementioned risks, it's important to consider risks related to intentionally caused fires, which may be used in cases of criminal acts or as a means to destroy evidence and conceal criminal activities. According to Tesla, from 2012 to 2018, 15% of fires in electric vehicles were associated with arson (Şipuš, 2018).

Furthermore, safety risks in electric vehicles can also arise from improper fire extinguishing techniques, which may lead to re-ignition. Experiences from fire-fighting actions on electric vehicles worldwide show that merely using water or foam is not sufficiently effective, as even after the flames are extinguished, the battery can retain an electrical charge that may cause re-ignition up to two to three days later. Ideally, after a fire extinguishing operation, the electric vehicle should be completely submerged in a special water tank for several days, but this is currently nearly impossible in practice (Guduyev et al., 2024).

### 3. METHODS FOR EXTINGUISHING FIRES IN ELECTRIC VEHICLES

The development of electric vehicles has introduced new challenges, including the need to define procedures for responding to accidents, particularly fires. It's essential to select the appropriate extinguishing agents and tactics to localize and extinguish the fire as efficiently, quickly, and safely as possible.

In this regard, a number of scientific experiments and studies have been conducted worldwide to determine the most effective extinguishing agents among those available on the market (Lesiak et al., 2021). Experimental tests carried out in the United States by the FAA, which involved comparative

analyses of various fire extinguishing agents including Halon 1211 (CF<sub>2</sub>ClBr) and water-based agents such as "Hartindo AF31," "Hartindo AF21," and "A-B-D," as well as "FM-200," "FE-36," "Halotron," and "Novec 1230," have shown that water solutions have significant potential for lowering temperatures with a strong cooling effect. In contrast, extinguishing agents that do not contain water do not primarily use cooling as their mechanism and increasing their dosage does not bring measurable improvement compared to water-based agents (Federal Aviation Administration). Similar results were confirmed by a study conducted by the University of Science and Technology in China, which indicated that water is effective in heat absorption, with or without additives. The presence of certain additives can enhance the physical properties of water, leading to more efficient heat absorption. However, the use of water mist on burning batteries was found to be less effective (Wang et al., 2016).

Based on these studies and current experiences of firefighting units worldwide, the most commonly used tactic for extinguishing fires in electric vehicles involves the application of very large amounts of water. Although this is not an ideal solution, it achieves the desired effect of controlling and extinguishing the fire. This high water consumption is related to the characteristics of electric vehicles, particularly the design of the lithium-ion batteries installed in them, as the battery packs are constructed to resist water ingress and mechanical impacts, making it difficult for water to reach the fire source (Lesiak et al., 2021). Thus, this fire extinguishing tactic focuses on containing the spread of the fire through cooling (Long et al., 2013) and then extinguishing it, with water also being used to prevent re-ignition (Jeevarajan et al., 2023; Park, 2013). Consequently, it is necessary to ensure a long-term supply of water during fire extinguishing operations, sometimes lasting several hours, to prevent the reappearance of flames (Rosmuller et al., 2020).

Several challenges arise when using water to extinguish fires in electric vehicles (Luo et al., 2018):

- Extinguishing a battery pack in an electric vehicle may require up to 10 cubic meters of water, often necessitating multiple fire trucks, especially if no fire hydrants are nearby.
- The average fire extinguishing time is around 7 to 8 hours.
- The use of water is complicated by the fact that batteries are often positioned in ways that make access difficult, so water may not easily reach the fire source.
- There is a risk of flame resurgence and electric shock when opening the battery pack with manual firefighting tools, which increases the risk to the safety and health of firefighters involved.
- Before extinguishing, it is necessary to disconnect the battery pack from the vehicle's electrical system.
- The fire can reoccur in the battery pack within 24 hours or more after the extinguishing operation.
- Combustion products mixed with water used during the extinguishing operation can cause environmental contamination if they enter environmental media, requiring special assessment and studies, which are not covered in this paper.

Based on these challenges, manufacturers of firefighting equipment have begun developing new types of equipment and procedures for use in extinguishing fires in electric vehicles.

The company "Rosenbauer" was among the first to develop a fire extinguishing system for electric vehicles. The system consists of an extinguishing unit and a control unit connected by hoses. This compact system is placed under the lower part of the burning electric vehicle and can pierce a hole in the battery pack casing with a special wedge. The principle of operation of this system involves using water for extinguishing and cooling the battery pack through the hole at the bottom of the vehicle. The device uses special perforated nozzles with a water flow of approximately 30 liters per minute at a pressure of 6.89 bar. The average fire extinguishing time with this system ranges from 10 to 60 minutes. In addition to the shorter extinguishing time, the advantage of this system is that it can be operated from a safe distance of 8 to 10 meters, increasing the safety of firefighters involved in the fire extinguishing operation (Harlamenkov, 2023; Kanonin & Lyshchik, 2023).

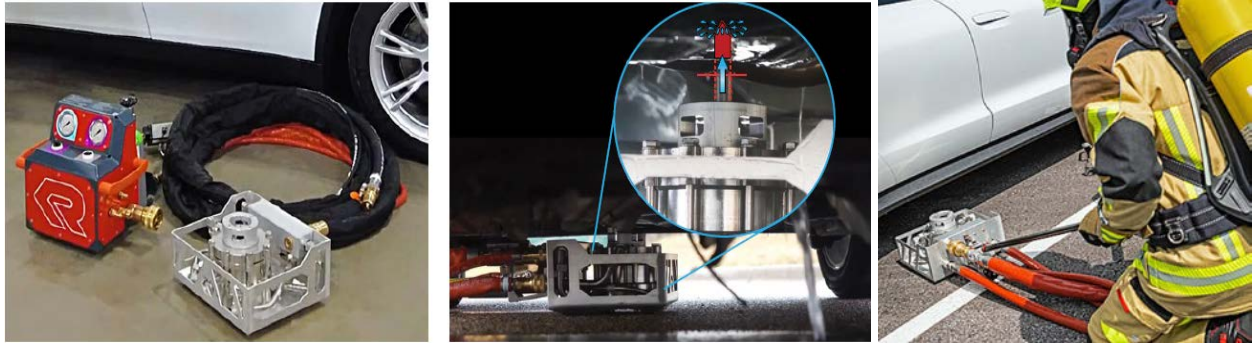


Figure 3. Fire extinguishing system for electric vehicles by Rosenbauer

Source: (<https://www.rosenbauer.com/en/int/rosenbauer-world/products/fire-fighting-systems/rfc-battery-extinguishing-system>)

The German company "Murer" has developed a similar fire extinguishing method for electric vehicles in the form of a spear, which allows water to be directed into the internal part of the battery pack through a punctured hole from the passenger compartment of the vehicle. Specifically, a firefighter uses the spear to penetrate the vehicle by striking a special plate on the top of the device with a hammer. This plate is made of stainless steel. The device also features an insulated handle that provides protection against voltages up to 1 kV, as well as extensions of 0.5, 0.75, and 1 meter in length and a 25.4-millimeter diameter coupling that enables connection to a fire hose, allowing a water flow rate of 40 liters per minute (Harlamenkov, 2023).



Image 4. Fire extinguishing system for electric vehicles by "Murer"

Source: (<https://shop.murer-feuerschutz.de/e-abstandshalter-fr-murer-e-lschlanze-163655>)

To reduce the amount of water used for extinguishing fires in electric vehicles, some fire and rescue units employ a cutting tool extinguishing system with a pipe installation directly above or inside the battery pack casing, featuring targeted nozzles for precise application of the extinguishing agent (Korolev, Loskutov & Sergienko, 2021). The Swedish Emergency Management Agency tested a fire extinguishing system (Korolchenko et al., 2023) that demonstrated a very high level of efficiency, with a significant advantage being the use of water during the creation of an opening in the battery pack casing. Unlike the previously described systems, especially those developed by the company "Murer," the "Cobra Ultra High Pressure Lance" system eliminates the risk of flame eruption when penetrating the battery pack casing. Additionally, this system greatly reduced the extinguishing time for the battery pack, which lasted approximately 10 minutes during the mentioned tests. The system operates with a water flow rate of 58 liters per minute at a pressure of 303.975 bar, resulting in a total water usage for cutting and extinguishing of about 750 liters in the tests, which is significantly less compared to other devices (Sturk et al., 2023; Harlamenko, 2023).



*Figure 5. "Cobra Ultra High Pressure Lance"*

*Source: (<https://www.carsifu.my/news/toyota-hilux-derived-firefighting-truck-to-extinguish-ev-fires>)*

In addition to the aforementioned fire extinguishing techniques using advanced fire suppression systems for electric vehicles, fire-resistant blankets are also used in practice. Their primary purpose is to prevent the spread of combustion products and flames. By covering the vehicle, the blanket also isolates it from other parked vehicles, thereby preventing further fire spread. Finally, the fire-resistant blanket restricts the flow of oxygen from the air, creating a smothering effect that leads to a reduction in temperature.



*Figure 6. Use of a fire-resistant blanket in fire suppression*

*Source: (<https://apfmag.com/safely-tackling-electric-vehicle-and-internal-combustion-engine-fires>)*

As mentioned earlier, one of the greatest risks with fires in electric vehicles with lithium-ion batteries is the potential for re-ignition even after a prolonged period following the initial firefighting efforts. To prevent re-ignition, it is essential to cool the interior of the battery pack and its cells. In practice, this involves submerging the entire electric vehicle in a specialized container filled with water (Kolbasov et al., 2021; Hessels, 2023; Harlamenkov, 2023; Guduev et al., 2024).

Several studies have shown that cooling the battery pack over an extended period is the most effective method for stabilizing thermal runaway (Willstrand et al., 2019). The immersion container can stabilize the temperature and prevent further thermal runaway, and water also removes a significant portion of the hazardous combustion products and gases that may be present in the fire. However, this

method has its drawbacks, leading to scientific discussions about whether the use of immersion containers is the best available technique or if other, more suitable methods exist (Hessels, 2023).



*Figure 7. Use of a container for submerging electric vehicles in water.*

*Source: (<https://www.firehouse.com/operations-training/news/21236083/belgium-firefighters-submerge-burning-hybrid-car-in-container>)*

All of the above indicates that alongside the development of electric vehicles, both the equipment and tactics for extinguishing fires in these vehicles are also evolving. However, not all of the mentioned fire extinguishing techniques have been fully defined and tested yet.

When it comes to extinguishing fires in electric buses, the problem is even more pronounced. The challenge in extinguishing fires in electric bus batteries is further complicated by the design of the battery packs, which are protected from water and impacts. Consequently, extinguishing water cannot easily reach the source of the fire, as battery packs are often located underneath or within the bus floor. Buses with roof-mounted batteries might offer the easiest access for fire extinguishing because they allow direct access during the firefighting operation. The most difficult scenario for extinguishing fires in electric buses occurs with designs where the battery pack is located in the interior of the bus, which greatly complicates access and increases risks to firefighters' lives and health, sometimes even requiring entry into the hazardous area. Additionally, due to their size, buses cannot utilize tactics such as covering with fire-resistant fabric or submerging in water, as creating and transporting a container larger than the burning bus to the scene of the accident is extremely challenging (Rosmuller et al., 2020).

## CONCLUSION

The preceding discussion highlights that fires in lithium-ion batteries used in electric buses tend to be less frequent and develop more slowly compared to fires in fossil-fuel-powered buses. However, once they occur, these fires last longer. Additionally, the composition of toxic and corrosive materials released during these fires differs from those in traditional vehicles, affecting the firefighting process. Extinguishing fires in electric bus batteries is further complicated by the battery pack's design, which is protected from water and impact, making it difficult for extinguishing water to reach the fire source. Consequently, long-term water supply, sometimes extending for hours, is necessary to prevent re-ignition. Extinguishing fires in electric buses is significantly more challenging compared to passenger vehicles, as existing methods and tactics are not suitable for the size and design of the buses.

With the trend of completely replacing fossil-fuel-powered buses with electric buses by 2030, it is essential to pay special attention to fire extinguishing research for buses. This should be a priority

due to the large number of passengers that may be present in public transport, as well as the characteristics of the buses themselves, which have considerably larger propulsion batteries and materials in the bus's exterior and interior. Fires in such buses could have catastrophic consequences for people, property, and the environment.

In parallel with the development of firefighting equipment, it is necessary to focus on training protection and rescue forces, as many studies indicate that firefighters lack sufficient knowledge and experience in extinguishing fires in electric vehicles, especially buses used in public transport.

This paper provides a summarized overview of research addressing the risks associated with fires in electric buses and the methods of extinguishing such fires. Since this issue has not been significantly addressed in Serbia, further scientific research in this field is essential.

## REFERENCES

1. Alaswad, A., Omran, A., Sodre, J. R., Wilberforce, T., Pignatelli, G., Dassisti, M., & Olabi, A. G. (2020): Technical and commercial challenges of proton-exchange membrane (PEM) fuel cells. *Energies*, 14(1), 144.
2. Bisschop, R., Willstrand, O., & Rosengren, M. (2019): Fire suppression tests for vehicle battery pack.
3. Bisschop, R., Willstrand, O., & Rosengren, M. (2020): Handling lithium-ion batteries in electric vehicles: preventing and recovering from hazardous events. *Fire technology*, 56, 2671-2694.
4. Borowik, L., & Cywiński, A. (2016): Modernization of a trolleybus line system in Tychy as an example of eco-efficient initiative towards a sustainable transport system. *Journal of Cleaner Production*, 117, 188-198.
5. Чеберяк, В. В. (2020): Правила и способы тушения электромобилей пожарной охраной. *Достижения науки и образования*, (9 (63)), 4-7.
6. Di Matteo, S. (2023): Fire risk of electric vehicles in confined spaces (Doctoral dissertation, Politecnico di Torino).
7. Dorsz, A., & Lewandowski, M. (2021): Analysis of fire hazards associated with the operation of electric vehicles in enclosed structures. *Energies*, 15(1), 11.
8. Dvoenko, O. V., Gusev, I. A., Shulpinov, A. A., & Kuzmenko, V. A. (2020). Пожарная безопасность автотранспорта с высоковольтным силовым оборудованием и объектов его транспортной инфраструктуры. *Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация*, (4), 11-17.
9. Federal Aviation Administration (FAA). (n.d.). Истраживања и ефикасност средстава за гашење пожара.
10. Guduev, M. I., Konevets, I. G., Chernyaev, D. O., & Gushchin, V. V. (2024): Проблемные вопросы обеспечения пожарной безопасности объектов с массовым пребыванием людей. *Проблемы науки*, (1 (82)), 19-21.
11. Harlemankov, A. S. (2023). Современные способы тушения литий-ионных аккумуляторов. Часть 1. Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety, 32(1), 89-96.
12. Hessels, T. (2023). Submerging container and its possible alternatives: a comparative assessment study.
13. Hynynen, J., Quant, M., Willstrand, O., & Mallin, T. (2023a): Analysis of combustion gases and fire water run-offs from passenger vehicle fires. *Proceedings from the Seventh*, 160.
14. Hynynen, J., Willstrand, O., Blomqvist, P., & Andersson, P. (2023b): Analysis of combustion gases from large-scale electric vehicle fire tests. *Fire Safety Journal*, 139, 103829.
15. Jeevarajan, J., Rauhala, T., & Parhizi, M. (2023). Fire Suppression Studies on Large Lithium-ion Batteries. *Proceedings from the Seventh*, 132.
16. Kanoni, Y. N., & Lyshchik, A. V. (2023): Пожарная опасность электромобилей. *Бюллетень результатов научных исследований*, (1), 38-51.
17. Kolbasov, A. F., Karpukhin, K., Dvoenko, O. V., & Olkhovsky, I. A. (2021, October). The main approaches to the system of fire extinguishing and elimination of consequences of accidents of electric vehicles. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 867, No. 1, p. 012092). IOP Publishing.

18. Lecocq, A., Bertana, M., Truchot, B., & Marlair, G. (2012): Comparison of the fire consequences of an electric vehicle and an internal combustion engine vehicle. In 2. International Conference on Fires In Vehicles-FIVE 2012 (pp. 183-194). SP Technical Research Institute of Sweden. Boras.
19. Lesiak, P., Pietrzela, D., & Mortka, P. (2021). Methods used to extinguish fires in electric vehicles. *Safety & Fire Technology*, 58(2), 38-57.
20. Liksutov, M. (2024): U Moskvi će 2030. godine raditi 5.300 električnih autobusa [Interview]. BHBUS. Preuzeto 25.08.2024. sa <https://bhbus.ba/u-moskvi-ce-2030-godine-raditi-5-300-elektricnih-autobusa>.
21. Lu, H., Khanna, N., Feng, W., Ke, J., Fridley, D., & Zhou, N. (2022): China's Electrification Pathways: Findings from the China Energy Outlook 2022. Lawrence Berkeley National Laboratory.
22. Luo, W. T., Zhu, S. B., Gong, J. H., & Zhou, Z. (2018). Research and development of fire extinguishing technology for power lithium batteries. *Procedia engineering*, 211, 531-537.
23. Meeuws, R., Yershov, A., & Chong, E. (2023): Study report on enhancing energy efficiency of the freight transport sector in asia and the pacific.
24. Mišanović, S. M. (2022): Trends and perspectives of application of electric buses in the cities of Europe and worldwide. *Tehnika*, 77(6), 751-757.
25. Panić, I. (2017): Električni autobus za javni gradski prijevoz (Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture).
26. Park, O. B. (2013). Best practices for emergency response to incidents involving electric vehicles battery hazards: A report on full-scale testing results. The Fire Protection Research Foundation, Quincy, MA, Report, (1205174.000), F0F0.
27. Pivovarov, N. Y., Zykov, V. V., Gladkikh, A. N., & Petukhov, A. N. (2022): Особенности действий подразделений пожарной охраны при тушении пожаров автомобилей с электродвигателем. *Bulletin 2022. №, 2(25)*, 157-166.
28. Rosmuller, N., & Reinders, J. (2023): Fire safety of Zero Emission Buses depots: fire prevention and incident response. *Proceedings from the Seventh*, 68.
29. Rosmuller, N., van der Graaf, P. J., & Hessels, T. F. T. (2020). Brandveiligheid van parkeergarages met elektrisch aangedreven voertuigen. Instituut Fysieke Veiligheid.
30. Şenyürek, Ü., Soyhan, H. S., & Celik, C. (2022): Elektrikli araçlarda batarya kaynaklı yangınlar. *Mühendislikte Yakıtlar, Yangın ve Yanma Dergisi*, 10(1), 21-27.
31. Šipuš, M. (2018): Gašenje požara električnih automobila. *Vatrogastvo i upravljanje požarima*, 8(1-2), Zagreb.
32. Sturk, D., Malmquist, P. O., & Håkansson, L. (2023). Study on Water Injection Methodology Applied to Lithium-Ion Battery Fires. *Proceedings from the Seventh*, 136.
33. Wang, Q., Shao, G., Duan, Q., Chen, M., Li, Y., Wu, K., ... & Sun, J. (2016). The efficiency of heptafluoropropane fire extinguishing agent on suppressing the lithium titanate battery fire. *Fire technology*, 52, 387-396.
34. Willstrand, O., Bisschop, R., & Rosengren, M. (2019): Fire safety of lithium-ion batteries in road vehicles.
35. Zhang, Z. J., Ramadass, P., & Fang, W. (2014): Safety of lithium-ion batteries. In *Lithium-ion batteries* (pp. 409-435). Elsevier.
36. Živanović, Z. & Mišanović, S. (2014): Fully Electric Buses are Promising Technology in the Future. In *International Congress "Motor Vehicles & Motors 2014* (pp. 81-106).

## ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРОВ И ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙ С ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ С ЛИТИЙ-ИОННЫМИ БАТАРЕЯМИ

*Меженев В.А.  
АГПС МЧС России*

**Аннотация.** В статье проведено научное исследование и анализ предложений обеспечения пожарной безопасности, тушения пожаров и ликвидации аварий с транспортными средствами с литий-ионными батареями.

**Ключевые слова:** ликвидация аварий, литий-ионные батареи, тушение.

## RESEARCH ON ELECTRICAL SAFETY IN EXTINGUISHING FIRES AND ELIMINATING ACCIDENTS WITH VEHICLES WITH LITHIUM-ION BATTERIES

*Mezhenov V.A.  
SFA of EMERCOM of Russia*

**Abstract:** The article presents a scientific study and analysis of proposals for ensuring fire safety, extinguishing fires, and eliminating accidents involving vehicles with lithium-ion batteries.

**Keywords:** eliminating accidents, lithium-ion batteries, extinguishing.

## ИСТРАЖИВАЊЕ ЕЛЕКТРИЧНЕ БЕЗБЕДНОСТИ ПРИЛИКОМ ГАШЕЊА ПОЖАРА И ЕЛИМИНАЦИЈЕ НЕСРЕЋА СА ВОЗИЛИМА СА ЛИТИЈУМ-ЈОНСКЕ БАТЕРИЈЕ

*Меженев В.А.  
АГПС МЧС Русије*

**Апстракт:** У чланку се представља научна студија и анализа предлога за осигурање противпожарне безбедности, гашење пожара и елиминацију несрећа које укључују возила са литијум-јонске батерије.

**Кључне речи:** елиминација несрећа, литијум-јонске батерије, гашење.

Тушение пожаров и ликвидация последствий дорожно-транспортных происшествий электротранспорта по сравнению с пожарами на автомобилях с бензиновыми или дизельными двигателями имеют ряд отличительных особенностей, которое следует учитывать пожарно-спасательным подразделениям при работе.

На сегодняшний день у пожарных-спасателей нет единого алгоритма действий при тушении пожаров электротранспорта. В каждой стране пожарные действуют по своему опыту, а также согласно инструкциям компаний-производителей. При всем при этом, необходимо отметить один из важных аспектов, в настоящее время электромобили потребляют до 650 вольт постоянного тока, в то время как обычные бензиновые транспортные средства работают при 12/24 вольтх постоянного тока. Контакт с напряжением выше 110 вольт постоянного тока может привести к летальному исходу.

Исходя из этого в Академии ГПС МЧС России были проведены исследования возможности применения водяных струй для тушения пожара под напряжением. Начиная с

2012 года и по настоящее время проведены серии научных исследований по оценке тока утечки по струе при подаче воды.

Пожары, возникающие на электрооборудовании, представляют собой отдельный класс пожаров – Е (пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением) [1] тушение которых имеет свою специфику. Основным поражающим воздействием на организм человека при тушении пожаров электрооборудования – это воздействие электрического тока, в результате которого участники тушения пожара могут получить электротравмы различной степени тяжести, приводящие к летальному исходу.

Одним из критериев безопасности при тушении пожаров на электрооборудовании является возникновение величины тока утечки, проходящего по струе огнетушащего вещества и воздействующего на ствольщика. Согласно [2] для организма человека установлены допустимые значения напряжений и токов для различных режимов работы электрооборудования. Одной из величин тока утечки по струе огнетушащего вещества можно считать значение в 0,5 мА. [4,5]. На испытательном полигоне Академии ГПС МЧС России были проведены испытания по току утечки для ручных пожарных стволов.



(а)

(б)

Рис. 1 – Испытание стволов РС–50 (а) и РС–70 (б) на ток утечки по струе огнетушащего вещества при напряжении 36 кВ

Таблица 1 – Минимально допустимые расстояния по струе воды

Диаметр выходного отверстия насадки, мм	Минимально допустимое расстояние по струе, м, при напряжении электроустановки, кВ					
	до 10	35	110-150	220	330	500
10	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
12	3,5	4,5	6,0	8,0	9,0	10,0
14	4,0	5,0	6,5	8,5	9,5	11,0
16	4,0	6,0	7,0	9,0	10,0	12,0

Проведенные исследования позволили выявить зависимость (1) позволяющую при необходимости определить безопасные условия применения водяных струй при тушении пожаров на автомобилях с электроприводом.

$$L = 39d \left( \frac{U_{\min} \cdot d}{\rho \cdot j_{\text{доп}}} \right) \quad (1)$$

где  $d$  – диаметр насадка-распылителя, м,  $U_{\min}$  – напряжение на мишени, В,  $\rho$  – удельное сопротивление воды, Ом·м,  $j_{\text{доп}}$  – предельно допустимый ток, А.

Для стволов «КУРС-8» и «РСКУ-50А» были получены регрессионные зависимости (2) и (3), подставив в которые минимально-допустимое значение тока утечки равное 0,5 мА были определены безопасные расстояния подачи огнетушащих веществ.

Регрессионная зависимость для ствола модели «КУРС-8»:

$$I = \frac{5,845 \cdot d^{3,79} \cdot U^{2,73}}{\rho \cdot L^{2,599}} \quad (2)$$

Регрессионная зависимость для ствола модели «РСКУ-50А»:

$$I = \frac{18,56 \cdot d^{3,91} \cdot U^{2,31}}{\rho \cdot L^{2,697}} \quad (3)$$

где  $I$ - ток утечки по струе, А;  $d$ -положение регулятора расхода на стволе, мм<sup>2</sup>;  $U$ - напряжение на мишени, В;  $L$  - расстояние до мишени под напряжением, м;  $\rho$ - удельное электрическое сопротивление, Ом·мм<sup>2</sup>/м.

Также были исследованы токи утечки по тонкораспыленной струе. Тонкораспыленная вода, как огнетушащее вещество, применяется как в стационарных системах пожаротушения, так и в мобильных. Испытаниям подвергалась установка пожаротушения тонкораспыленной водой УПТВ 50/120, рабочее давление которой составляло 15-20 МПа, расход ствола – 30 л/мин (Рисунок 2). Испытания проводились при напряжении на мишени, равном 50 кВ при удалении ствола от нее на расстоянии 3,2,1 метра.



Рис. 2 – Испытание УПТВ 50/120 на ток утечки по струе огнетушащего вещества при напряжении 50 кВ.

Полученные результаты испытаний были отображены графически и приведены на рисунке 3.

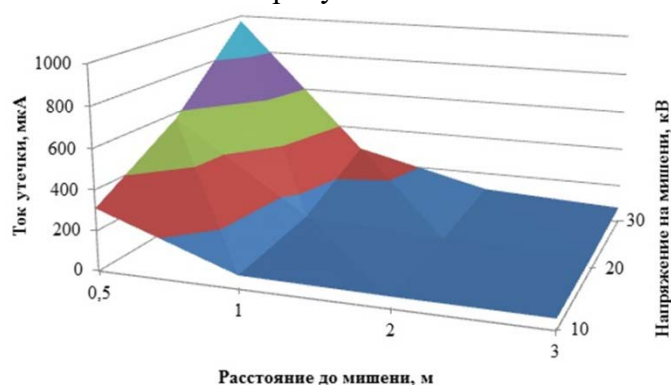


Рис. 3 – Отображение значений тока утечки по тонкораспыленной воде.

При всем вышесказанном, можно сделать выводы о следующем, что безопасность участников тушения – это первоочередная задача, но также и важен результат, а он один – это потушить пожар. Проводя эксперименты по токам утечки, параллельно был проведен анализ по тушению литий-ионных батарей разными видами огнетушащих веществ и приборов подачи. Были использованы вода, низкократная пена, компрессионная пена, порошки, газы (CO<sub>2</sub>), тонкораспыленная вода. Из всех представленных видов огнетушащих веществ

тонкораспылённая вода обеспечивала наилучшие показатели по времени тушения и понижению температуры горящих литий-ионных батарей. Также стоит отметить, что установка «Кобра» с гидроабразивной резкой улучшал показатель по снижению температуры горения в разы, нежели другие приборы подачи и огнетушащие веществ.

При всём при этом, полную ликвидацию горения не обеспечил ни один из исследуемых образцов подачи огнетушащих веществ. То есть механическое сбивание пламени, преграждение поступления кислорода в зону горения, разбавление концентрации горючих веществ негорючими веществами, охлаждение очага пожара не позволили разорвать «треугольник горения». Это говорит о том, что необходим не эмпирический подход к обоснованию средств пожаротушения для литий-ионных батарей, а более фундаментальный, необходимо на физико-химическом уровне изучить и обосновать реакцию горения лития и только после этого, зная физико-химические зависимости, искать пути по подбору средств и методов пожаротушения.

#### **Список источников**

1. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023)
2. ГОСТ 12.1.038–82. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N 1) [Электронный ресурс]: государственный стандарт // Гарант: инф.-прав. об-ние. – Эл. дан. – М., 2023
3. ГОСТ Р 51057-2001 ТЕХНИКА ПОЖАРНАЯ ОГNETУШИТЕЛИ ПЕРЕНОСНЫЕ Общие технические требования. Методы испытаний
4. ГОСТ Р 51017— 2009 ТЕХНИКА ПОЖАРНАЯ. ОГNETУШИТЕЛИ ПЕРЕДВИЖНЫЕ. Общие технические требования. Методы испытаний

## ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ДТП С ЭЛЕКТРОМОБИЛЯМИ

*Мингалеев С.Г.*  
*ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)*

**Аннотация.** Анализ гибели людей на дорогах и тенденции динамики роста электромобилей и электротранспорта РФ. Особенности ДТП и пожаров электромобилей. Особенности проведение аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий ДТП с электромобилями и тушении возгораний электромобилей, возможность поражение электрическим током. Умение идентифицировать транспортное средство, обладание знаниями устройства и практикой тушения пожаров электромобилей.

**Ключевые слова:** дорожно-транспортные происшествия, гибель на дорогах, особенности устройства электромобилей, особенности проведения аварийно-спасательных работ, тушение пожаров на электромобилях

## FEATURES OF EMERGENCY RESCUE OPERATIONS IN THE AFTERMATH OF ACCIDENTS INVOLVING ELECTRIC VEHICLES

*Mingaleev S.G.*  
*VNII GOChS (FC)*

**Annotation.** Analysis of deaths on the roads and trends in the growth of electric vehicles and electric transport in the Russian Federation. Features of accidents and fires of electric vehicles. Features of emergency rescue operations in the aftermath of an accident with electric vehicles and extinguishing fires of electric vehicles, the possibility of electric shock. The ability to identify a vehicle, knowledge of the device and practice of extinguishing fires of electric vehicles.

**Keywords:** traffic accidents, deaths on the roads, features of the device of electric vehicles, features of emergency rescue operations, extinguishing fires on electric vehicles

## ОСОБЕНОСТИ СПРОВОЂЕЊА ХИТНИХ СПАСИЛАЧКИХ РАДОВА ПРИ УКЛАЊАЊУ ПОСЛЕДИЦА САОБРАЋАЈНИХ НЕСРЕЋА СА ЕЛЕКТРИЧНИМ ВОЗИЛИМА

*Мингалеев С.Г.*  
*Све-руски научно-истраживачки институт за цивилну заштиту и ванредне ситуације,*  
*Министарство за ванредне ситуације Русије*

**Апстракт.** Анализа смртних случајева на путевима и тенденције раста броја електричним аутомобила и електричног транспорта у РФ. Карактерне особине саобраћајних несрећа и пожара са електричним возилима. Специфичности спровођења хитних спасилачких радова при уклањању последица саобраћајних несрећа са електромобилима и гашењу пожара на њима, могућност електричног удара. Вештине идентификације возила, знање о конструкцији и пракса гашења пожара на електричном возилу.

**Кључне речи:** саобраћајне несреће, смртни случај на путу, специфичности конструкције електричног возила, карактеристичне особине спровођења хитних спасилачких радова, гашење пожара на електричним возилима.

В 2023 году на российских дорогах было зарегистрировано более 132562 аварий, в которых погибли или пострадали люди. В общей сложности погибло 14554 человека, еще 166630 человек получили травмы различной степени тяжести. Самый серьезный прирост аварийности был зафиксирован с участием средств индивидуальной мобильности: электрических самокатов, моноколес, сегвеев. На сегодняшний день количество электромобилей в стране незначительное. В соответствии с официальными данными ГИБДД России по количеству автотранспортных средств, стоящих на учёте количество электромобилей и гибридов в России на 2023 год, составило было 43 004 штук 0,05 % от общего количества транспортных средств (рис.1) [1]. 2 463 единиц транспортных грузовых средств имеют возможность использовать электродвигатель, при этом, из этого числа, 2 313 единиц имеют гибридную силовую установку, чисто грузовых электромобилей в 2023 году в России 150 штук.



Рис. 1 - Количество электромобилей в России.

Существует динамика увеличения количества электромобилей в России, которая на сегодняшний день показывает практически ежегодное удвоение. И вполне вероятно, что по итогам 2024 года в России будет как минимум 70 000 электромобилей, а по оптимистичному прогнозу, может и перевалит за 100 000 единиц [2]. Несмотря на невысокую вероятность аварии и возгорания электромобиля и незначительное количество таких транспортных средств в России, уже сегодня нужно готовиться к проведению аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий ДТП и их тушению, учитывая сложность данного процесса и быстрый потенциальный рост численности электромобилей. ДТП и пожар электромобилей развивается по другому сценарию, чем у автомобилей с ДВС, с более тяжелыми последствиями. При горении литий-ионных аккумуляторов выделяется целый букет взрывопожароопасных и токсичных газов, основными из которых являются водород, метан, окись углерода, фтористый водород и цианистый водород, способствующие усилению горения, а также приводящие к отравлению не только людей, находящихся в машине, но и оказавшихся рядом. Технологии проведения аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий ДТП и их тушению на электромобилях имеют свои особенности: на электромобилях есть зоны, которые определены как "зоны без порезов" из-за высокого напряжения, газовых стоек и опасности срабатывания SRS или подушек безопасности, попытка резать может привести к серьезным травмам или смерти (рис. 2)

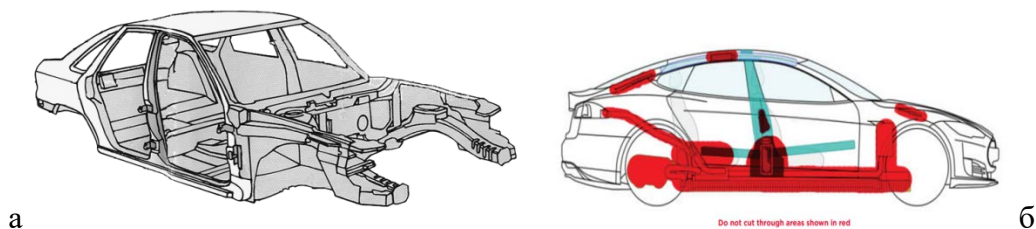


Рис. 2 - а) основные конструктивные элементы кузова обычного легкового автомобиля; б) на электромобилях есть «красные» зоны, которые определены как "зоны без порезов"

Основные виды ДТП, при которых необходимо проведение АСР с электромобилем это : лобовое , боковое, касательное столкновения ТС при встречном движении; наезд на стоящее ТС, наезд на препятствие ; особые виды ДТП, при которых необходимо проведение АСР: с падением ТС в воду, с падением ТС с крутых склонов, на участке железной дороги, с участием трамвая (троллейбуса), электробусов , в туннеле (путепроводе), ДТП с транспортным средством, перевозящим опасный груз и особенно опасное ДТП с возникновением пожара. Опасность тушения возгорания электромобиля связана с высоким риском поражения электрическим током от высоковольтных систем, а также возможностью его взрыва, выделением чрезвычайно опасных вредных химических веществ и других опасных факторов пожара. Сложность тушения электромобиля заключается в том, что литий-ионная аккумуляторная батарея герметизирована для защиты от проникновения пыли и влаги, она способна гореть без доступа кислорода, поскольку в ее составе уже имеются и горючее вещество, и окислитель. Сами аккумуляторные батареи защищены ударопрочной противопожарной конструкцией, препятствующей их повреждению при столкновении. Также во многих случаях аккумуляторные батареи размещены в нижней части электромобиля, вдали от мест возможных ударов. Таким образом, какое бы огнетушащее вещество не применялось для тушения, оно способно лишь воздействовать на видимое пламя.

Учитывая, что при воспламенении аккумуляторная батарея уже находится в состоянии теплового разгона, то основной задачей огнетушащего вещества является резкое снижение ее температуры. С такой задачей потенциально справиться могут вода и углекислота. Вода обладает высокой теплоемкостью и доступностью, углекислота низкой температурой на выходе из огнетушителя. Но, в отличие от воды, возможность постоянно, до полного прекращения реакции горения, подавать углекислоту к аккумуляторной батарее отсутствует. Однако и вода в данном случае неидеальна. Она обладает высокой подвижностью и низкой смачивающей способностью, что приводит к ее большому расходу. Испытания показали, что для тушения электромобиля необходимо до 10 000 литров воды, в зависимости от размера и расположения батареи. Кроме того, рекомендуемая скорость потока - до 200 л/мин для тушения и охлаждения. В регламенте тушения Tesla это значение еще больше и составляет 11 000 литров. В ряде случаев электромобиль помещали на длительное время в резервуар с водой, что напрямую приводило к его последующей утилизации. Известны случаи, когда даже такого количества воды было недостаточно. Например, в апреле 2021 года в США для тушения беспилотного Tesla Model S пожарным потребовалось 4 часа и более 100 тыс. литров воды [3]. Более экономичную и безопасную систему борьбы с горящими электромобилями предложили инженеры австрийской компании Rosenbauer. Это устройство малой толщины, устанавливаемое под днищем горящего электромобиля и способное специальным штырем пробить отверстие в корпусе аккумуляторного блока,

через которое внутрь подается большое количество воды под давлением.

Данное устройство позволяет управлять процессом тушения на расстоянии до 10 метров и снизить расход воды более чем в 4 раза. Наиболее опасными являются высоковольтные компоненты (рис.3):

- 1.Аккумулятор;
- 2.Преобразователь постоянного тока в постоянный;

3. Высоковольтные кабели (оранжевого цвета);
4. Встроенное основное зарядное устройство мощностью 10 кВт;
5. Приводной блок;
6. Порт зарядки;
7. Бортовой ведомый блок мощностью 10 кВт., зарядное устройство.

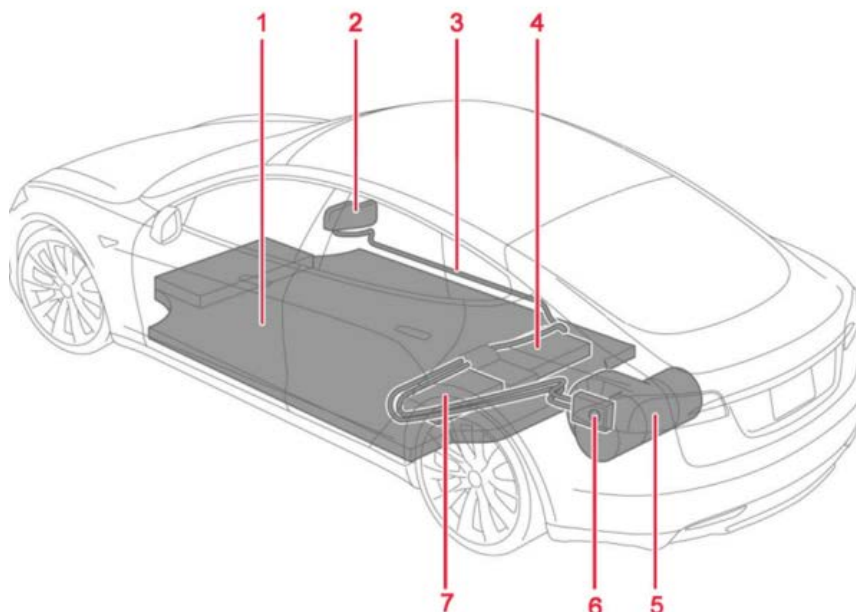


Рис. 3 - Высоковольтные компоненты электромобиля

При АСР на ДТП и тушении возгораний электромобилей возможно поражение электрическим током, следовательно, пожарным-спасателям, принимающим участие в тушении, необходимо уметь правильно идентифицировать такое транспортное средство, обладать знаниями устройства и практикой тушения пожаров электромобилей, позволяющими предпринять действия по недопущению воздействия электричества на них и на окружающих[4].

#### Список источников

1. Концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года. — URL: <http://static.government>.
2. Руководство по ведению аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий с комплектом «типовых технологических карт разборки транспортных средств, деблокирования и извлечения пострадавших при ликвидации последствий ДТП», утвержденное Заместителем Министра Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий А.П. Чуприян, Москва, 2012г
3. Руководство по действиям в чрезвычайных ситуациях для Tesla Model S (модель 2021 года) Tesla Inc. 2021. Emergency response guide Model S (model of 2021). Online: <https://www.tesla.com/firstresponders>. Accessed: 2022/11/29.
4. Канонин Ю. Н., Лыщик А. В. Пожарная опасность электромобилей // Бюллетень результатов научных исследований. — 2023. — Вып. 1. — С. 38–51. DOI: 10.20295/2223-9987-2023-1-38-51

## ПОЖАРОТУШЕНИЕ И АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ С УЧАСТИЕМ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

*Гавкалюк Б.В., Мельник А.А., Дали Ф.А.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России*

**Аннотация.** В современных условиях, когда перевозки пассажиров на транспорте увеличиваются, одним из наиболее серьезных и значимых вопросов безопасности является прогнозирование и предупреждение аварий на пассажирском транспорте. В статье описано, что одним из основных направлений научной деятельности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России является пожарная безопасность электротранспорта и транспортной инфраструктуры в целом. Был проведен ряд исследовательских работ, включающих натурные испытания подвижного состава городского электрического транспорта, на основе серии экспериментов были проанализированы возможные сценарии развития аварийных ситуаций при различных повреждающих воздействиях на литий-ионные аккумуляторные батареи. Анализ полученных данных способствует снижению возникновения внештатных аварийных ситуаций с участием электротранспорта.

**Ключевые слова:** литий-ионные аккумуляторные батареи, электрический транспорт, пожарная безопасность, защита от чрезвычайных ситуаций

## FIRE FIGHTING AND EMERGENCY RESCUE OPERATIONS IN THE AFTERMATH OF ROAD ACCIDENTS INVOLVING ELECTRIC VEHICLES

*Gavkalyuk B. V., Melnik A. A., Dali F.A.  
Saint-Petersburg university of State fire service EMERCOM of Russia*

**Abstract.** In modern conditions, when passenger transportation by transport is increasing, one of the most serious and significant safety issues is the prediction and prevention of accidents on passenger transport. The article describes that one of the main areas of scientific activity of Saint-Petersburg University of State Fire Service EMERCOM of Russia is fire safety of electric transport and transport infrastructure in general. Several research works were carried out, including full-scale tests of rolling stock of urban electric transport, based on a series of experiments, and possible scenarios for the development of emergencies with various damaging effects on lithium-ion batteries were analyzed. The analysis of the data obtained will contribute to reducing the occurrence of emergencies involving electric vehicles.

**Keywords:** lithium-ion batteries, electric transport, fire safety, emergency protection

## ГАШЕЊЕ ПОЖАРА И ХИТНЕ СПАСИЛАЧКИ РАДОВИ ПРИ ЕЛИМИНАЦИЈИ ПОСЛЕДИЦА САОБРАЋАЈНИХ НЕСРЕЋА СА УЧЕШЋЕМ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВОЗИЛА

*Гавкаљук Б.В., Мельник А.А., Дали Ф.А.  
Санктпетербуршки Универзитет државне ватрогасне службе МЧС Русије*

**Апстракт:** У савременим условима, када се превоз путника повећава, једно од најозбиљнијих и најважнијих питања безбедности је предвиђање и спречавање несрећа на путничком транспорту. У чланку је описано да је једно од главних праваца научног рада Универзитета

заштита од пожара електричних возила и транспортне инфраструктуре у целини. Проведено је низ истраживачких радова, укључујући испитивања градског електричног транспорта, на основу серије експеримената анализирани су могући сценарији развоја ванредних ситуација при различитим оштећењима литијум-јонских батерија. Анализа добијених података помоћи ће у смањењу појаве ванредних ситуација са електричним возилима.

**Кључне речи:** литијум-јонске батерије, електрични транспорт, заштита од пожара, заштита од ванредних ситуација.

С каждым годом электрический транспорт становится все более распространенным в городских транспортных системах, предлагая экологически чистые и экономически выгодные решения для перевозки пассажиров. Электробусы, трамваи и троллейбусы активно внедряются в городскую инфраструктуру, что способствует снижению уровня загрязнения воздуха и уменьшению зависимости от невозобновляемых ископаемых видов топлива. Однако с ростом использования электротранспорта необходимо уделять особое внимание вопросам безопасности, включая пожарную безопасность [1].

Электрические транспортные средства, хотя и обладают множеством преимуществ, также сопряжены с нестандартными рисками. Пожарная безопасность становится ключевым аспектом, требующим комплексного подхода к предотвращению инцидентов и быстрому реагированию в случае возникновения чрезвычайной ситуации (ЧС). Готовность к ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий с участием электротранспорта включает в себя не только подготовку аварийных служб, но и обучение персонала транспортной компании, разработку четких планов эвакуации и внедрение современных технологий для обеспечения безопасности пассажиров.

В настоящее время городской пассажирский электротранспорт развивается по пути создания подвижного состава с автономным ходом (электробусы, троллейбусы с увеличенным автономным ходом (ТУАХ)). Предпосылками к этому стало появление и развитие энергоемких и перезаряжаемых батарей, позволяющих производить многократную перезарядку [2–5].

В ТУАХ применяют блоки литий-ионных аккумуляторных батарей (ЛИАБ). Питая от ЛИАБ всю бортовую сеть, от систем контроля климата до электрического привода, ТУАХ может преодолеть расстояние до 25 км в городском цикле. Расстояние, которое преодолевает электротранспорт потребляя электроэнергию исключительно от ЛИАБ называется «автономный ход» электротранспорта. Величина автономного хода зависит от мощности ЛИАБ и энергии, потребляемой электрическим приводом.

Одним из основных направлений научной деятельности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России является пожарная безопасность электротранспорта и транспортной инфраструктуры. С целью исследования пожарной опасности ЛИАБ в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России был проведен ряд исследовательских работ, включающих натурные испытания подвижного состава городского электрического транспорта (ГЭТ).

Одна из серий испытаний была направлена на получение экспериментальных данных для оценки пожарной опасности ЛИАБ путем изучения динамики развития пожара и выявления времени наступления критических значений опасных факторов пожара в салоне подвижного состава городского пассажирского электрического транспорта. В ходе исследования были получены данные, связанные с потерей видимости, повышенной температурой, опасными для человека концентрациями кислорода, углекислого газа и угарного газа. Пожар развивался по двум сценариям, в зависимости от расположения ЛИАБ: в заднем отсеке и верхней части троллейбуса. Огневые испытания позволили установить значительное преимущество размещения ЛИАБ на крыше электротранспортного средства [6–8].

Помимо этого, специалистами Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России на основе серии экспериментов были проанализированы возможные сценарии развития

аварийных ситуаций при различных повреждающих воздействиях на ЛИАБ. Примерами таких воздействий было влияние внешних источников тепла – фрикционных искр; ситуации, связанные с разливом топлива под ЛИАБ и последующим воспламенением от внешнего источника зажигания; а также короткое замыкание, падения с высоты, перегрузки и иные случаи. Для испытаний использовались аккумуляторы как отечественного производства, так и зарубежного.

По результатам исследований разработаны методики определения значимых показателей пожарной опасности, а также методические рекомендации по экспертному исследованию ЛИАБ после пожара [9].

Для консолидации усилий в развитии противопожарной защиты и безопасности транспортной инфраструктуры городского пассажирского электрического транспорта Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России и Санкт-Петербургский ГУП «Горэлектротранс» проводят совместную работу в следующих направлениях:

- обучение мерам пожарной безопасности, а также подготовки к действиям по предупреждению и тушению пожаров, преодолению последствий ЧС, разработка совместных методических материалов;

- формирование культуры безопасного и ответственного поведения граждан посредством распространения знаний и пропаганды (проведение лекций, бесед, распространения социальной рекламы), организации и проведения культурно-массовых и научно-методических мероприятий (конференций, семинаров, симпозиумов) в области пожарной безопасности и защиты от ЧС на транспорте;

- развитие учебно-тренировочного полигона для практического обучения в области пожарной безопасности и защиты от ЧС на транспорте;

- организация совместных тактико-специальных учений по предупреждению и ликвидации ЧС на транспорте, моделирования эвакуации людей и действий персонала общественного транспортного средства, отработка оказания первой помощи и экстренной психологической поддержки (комплекс мероприятий);

- проведение научно-технических исследований и опытно-конструкторских работ в области пожарной безопасности и защиты от ЧС, разработка и реализация мер пожарной безопасности.

Особый упор при проведении совместных исследований делается на изучение закономерностей самовозгорания, горения и тушения систем накопления электрической энергии, в том числе, на основе ЛИАБ, а также выработке научно-обоснованных подходов к обеспечению пожарной безопасности использующих их транспортных средств и средств индивидуальной мобильности. Актуальность данной работы, наряду с прочим, обусловлена тем, что на сегодняшний день ГЭТ является крупнейшим предприятием в России по перевозке пассажиров и ежедневно эксплуатирует более 700 троллейбусов большой и особо большой вместимости (в том числе с увеличенным автономным ходом), более 700 одиночных и сочленённых трамваев. Вместимость одного электрического транспортного средства от 100 до 250 человек. Уровень рисков для компаний с подобным транспортным и пассажирооборотом – выше среднего. Следовательно, возрастает необходимость повышения компетентности работников предприятия и налаживание контактов с пожарно-спасательными подразделениями [10].

Сегодня Санкт-Петербургским университетом ГПС МЧС России прорабатываются вопросы по созданию современной лабораторной базы для проведения испытаний пожаробезопасности высокоэнергоемких ЛИАБ, что в дальнейшем позволит проводить как сертификационные испытания в подтверждение их пожаробезопасности и исследования эффективности применяемых средств пожарной диагностики и противопожарной защиты, так и расследования инцидентов, связанных с нарушениями пожаробезопасности ЛИАБ. В свою очередь, анализ полученных данных на базе лаборатории поспособствует снижению возникновения внештатных аварийных ситуаций с участием электротранспорта, в том числе имеющих в своей комплектации ЛИАБ.

### Список источников

1. Елисеев Ю.Н., Мельник А.А. Исследование пожаров связанных с возгоранием литий-ионных аккумуляторных батарей на транспорте // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2021. – № 1. – С. 50–53.
2. Кубанов И.Н., Минкин Д.Ю. Экспериментальная оценка пожарной безопасности литий-ионных аккумуляторов, используемых в городском пассажирском электротранспорте // Техносферная безопасность. – 2023. – № 2 (39). – С. 47–57.
3. Аносов Е.Ю., Ушкалов В.В., Бутенко Ю.Л. Пожарная опасность литий-ионных батарей устанавливаемых на электроавтомобилях // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. – 2020. – № 3. – С. 46–49.
4. Аршинова С.М., Аршинов С.А. Обеспечение пожарной безопасности при пассажироперевозках на городском электрическом транспорте // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2013. – № 7 (78). – С. 69–73.
- 5 Sun P., Bisschop R., Niu H., Huang X. A Review of Battery Fires in Electric Vehicles// Fire Technology. – 2020. – V. 56. (<https://doi.org/10.1007/s10694-019-00944-3>).
6. Ping P. [et al.] Study of the fire behavior of high-energy lithium-ion batteries with full-scale burning test // Journal of Power Sources. – 2021. – V. 285. – P. 80–89.
7. Dorsz A., Lewandowski M. Analysis of fire hazards associated with the operation of electric vehicles in enclosed structures // Energies. – 2021. – V. 15. – № 1. – P. 11.
8. Long T., Blum T. and Cotts B. Best practices for emergency response to incidents involving electric vehicle battery hazards: A report on full-scale testing results // The Fire Protection Research Foundation – 2021.
9. Egelhaaf M., Wolpert D. and T. Lange. Firefighting of battery electric vehicle fires. // Stuttgart – 2021.
10. Beauregard G., Phoenix A. Report of investigation: Hybrids plus plug in hybrid electric vehicle // National Rural Electric Cooperative Association, Inc. and US Department of Energy, Idaho National Laboratory by Etec. – 2008.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРТ СПАСЕНИЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

*Балин Д.Н.  
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)*

**Аннотация.** В статье раскрыты перспективы использования карт спасения для транспортных средств, в целях повышения эффективности проведения аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий, в интересах экстренных оперативных и аварийных служб.

**Ключевые слова:** дорожно-транспортное происшествие, экстренные оперативные и аварийные службы, проведение аварийно-спасательных работ, третичная безопасность, карта спасения для транспортного средства.

## PROSPECTS FOR THE USE OF RESCUE CARDS FOR VEHICLES, IN ORDER TO INCREASE EFFICIENCY CARRYING OUT EMERGENCY RESCUE OPERATIONS WHEN ELIMINATING THE CONSEQUENCES TRAFFIC ACCIDENTS

*Balin D.N.  
VNI GOChS (FC)*

**Abstract.** The article reveals the prospects of using rescue maps for vehicles in order to increase the efficiency of emergency rescue operations in the aftermath of road accidents, in the interests of emergency operational and emergency services.

**Key words:** traffic accident, emergency operational and emergency services, emergency rescue operations, tertiary safety, rescue card for the vehicle.

## ПЕРСПЕКТИВЕ КОРИШЋЕЊА МАПА СПАСАВАЊА ВОЗИЛА, ЗА ПОВЕЋАЊЕ ЕФИКАСНОСТИ ИЗВОЂЕЊЕ ХИТНИХ СПАСИЛАЧНИХ РАДОВА ПРИЛИКОМ ОТКЛАЊАЊА ПОСЛЕДИЦА САОБРАЋАЈНЕ НЕСРЕЋЕ

*Балин Д.Н.  
Све-руски научно-истраживачки институт за цивилну заштиту и ванредне ситуације,  
Министарство за ванредне ситуације Русије*

**Апстракт.** У чланку се разматрају изгледи за коришћење мапа спасавања возила у циљу повећања ефикасности деловања приликом отклањања последица саобраћајних несрећа, у интересу хитних оперативних и хитних служби.

**Кључне речи:** саобраћајна несрећа, хитне и оперативне службе, операције спасавања, терцијарна безбедност (безбедност трећих лица), мапа за спасавање возила.

В настоящее время в мире по неофициальным источникам, насчитывается более 100 марок крупных автопроизводителей, с количеством моделей автомобилей около 3000.

На территории Российской Федерации, на начало 2024 года, парк автомобильной техники составляет 54,5 миллионов автомобилей, подавляющая часть из которых: 46,36 млн

шт. (~ 85 %) легковые транспортные средства; легкие коммерческие машины 4,17 млн шт.; грузовики 3,6 млн шт.; автобусы 0,36 млн шт., при этом доля отечественных автомобилей составляет 39 %.

На сегодняшний день безопасность транспортного средства состоит не только из защиты пассажиров и развития системы помощи водителю, но и повышение безопасности после аварии, в целом, что называется третичной безопасностью.

Третичная безопасность - совокупность мероприятий по безопасности, направленных на минимизацию последствий и тяжести аварий, в том числе дорожно-транспортных происшествий.

Интенсивное развитие автомобилестроения, конструктивные особенности марок и моделей автомобилей, активное внедрение различных элементов средств пассивной безопасности, выпуск гибридных автомобилей, активное внедрение электромобилей, а также оснащение автомобилей альтернативными источниками питания существенно усложнило работу сотрудников экстренных оперативных и аварийно-спасательных служб (далее – спасателей) при проведении аварийно-спасательных работ, в ходе ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий (далее – АСР), что в свою очередь сформировало новые ограничения при работе с аварийным автомобилем.

Все эти факторы существенно увеличили время проведения спасательной операции в целом, в том числе время деблокировки пострадавших и оказания им первой помощи.

Для эффективного и безопасного проведения АСР, спасатели должны обладать информацией о данном автомобиле, в том числе о его конструктивных особенностях, а именно: об основных узлах автомобиля; о количестве и расположении подушек безопасности; о количестве и расположении аккумуляторных батарей и возможности их отсоединения; о местах расположения топливопроводов и высоковольтных линий; о наличии преднатяжителей ремней безопасности; о расположении силовых элементов кузова автомобиля и т. п.

Спасателям после прибытия к месту ДТП, до начала проведения АСР, необходимо правильно идентифицировать аварийный автомобиль, знать его конструктивные особенности для организации безопасного проведения спасательной операции, как для пострадавших, так и для участников проведения АСР.

После идентификации и определения модели и марки транспортного средства, спасатели должны вспомнить устройство данного автомобиля, определённую документацию, изученную ранее, например, «Руководство для служб экстренного реагирования», в котором изложены конструктивные особенности этого автомобиля, а также другие необходимые элементы конструкции автомобиля, для безопасного проведения АСР, после чего применить эти знания на практике, обезопасив себя и пострадавших.

При этом спасатели, в ходе идентификации, должны полагаться на свою память, знания и опыт, технические справочники и рекомендации, помня всегда о том, что идентифицировать аварийный автомобиль зачастую не представляется возможным, в виду его аварийного состояния.

Для неукоснительного соблюдения правила «золотого часа», сформировались предпосылки создания определённых решений по информированию спасателей о конструкции автомобилей, для безопасного проведения АСР и деблокировки пострадавших.

Для информированности спасателей о важных элементах автомобилей, необходимых при АСР, в Европейском союзе, при активном участии автомобильных клубов, пожарных и спасательных сообществ, были разработаны и приняты решения по внедрению «спасательного листа» (rescue sheet).

Для этого пользователям автомобилей предлагается посетить сайт автопроизводителя своего автомобиля и распечатать на стандартном бумажном листе формата А4 в цвете, стандартизированный «спасательный лист».

На «спасательном листе» размещена схема автомобиля, на которой с помощью пиктограмм и знаков, размещена информация необходимая спасателям при АСР: о местах расположения усилений кузова автомобиля, количеству и местах расположения

топливного бака, аккумуляторной батареи, количеству и размещению подушек безопасности, газогенераторов, блоков управления и т. п., в том числе с указанием соответствующих мест, в которых необходимо производить резку кузова автомобиля, с целью безопасной деблокировки пострадавших.

При этом «спасательный лист» для удобства доступа пожарных и спасателей, должен размещаться за солнцезащитным козырьком водителя автомобиля.

При желании автовладелец, также может разместить на лобовом стекле соответствующую наклейку, информирующую спасателей о наличии в автомобиле «спасательного листа».

Технический прогресс, в частности цифровые технологии позволили усовершенствовать метод представления информации для спасательных служб.

В 2012 году компания Mercedes-Benz предложила использовать QR-код (код быстрого отклика), размещённый на автомобиле, для получения информации по «спасательному листу» (далее – «карте спасения»), отсылая пользователя на определённый интернет ресурс или при использовании соответствующего интернет-приложения, на определённую страницу.

Наклейку с нанесённым на неё QR-кодом, компания Mercedes-Benz предложила наклеивать на среднюю стойку «А» автомобиля (стойка рядом с водителем), а также на заднюю крышку топливного бака.

Расположение мест размещения наклеек с QR-кодом выбрано на основе статистики повреждений автомобилей после аварии, с учётом того, что одна из наклеек всегда остаётся в зоне видимости.

Политикой компании Mercedes-Benz в области третичной безопасности автомобилей, было принято решение о нанесении наклеек с QR-кодом на все новые автомобили компании Mercedes-Benz, начиная с 2013 года.

Владельцам автомобилей Mercedes-Benz, ранних годов выпуска, было предложено при желании, получить наклейку QR-кода у официального дилера компании, который бесплатно наклеит наклейку с QR-кодом на автомобиль.

Преимущество данного способа представления информации спасателям о конструкции автомобиля, заключается в том, что в «карте спасения» указывается информация о конкретно данном автомобиле, с его элементами пассивной безопасности, а также другими необходимыми сведениями.

Компания Mercedes-Benz, в своё время, отказалась патентовать или каким-либо другим способом закреплять за собой права на использование данной технологии, чтобы её могли использовать другие производители для повышения безопасности пользователей своих автомобилей.

Внедрение «карт спасения» компания Mercedes-Benz, на территории Российской Федерации, начала с 2012 года.

В результате проделанной работы, в 2015 году, к имеющимся рабочим языкам, на которых изложена необходимая для спасателей информация, на «карте спасения» автомобилей Mercedes-Benz (английский; немецкий; французский; испанский; итальянский; японский; португальский) был добавлен русский язык.

«Карты спасения» автомобилей Mercedes-Benz, в количестве 205 шт. были полностью русифицированы, в том числе организован технический перевод на русский язык «Руководства для спасательных служб».

Информация о наличии данной технологии по «картам спасения» с использованием QR-кодов, создала предпосылки формирования предложенного подхода на все транспортные средства, находящиеся в эксплуатации на территории Евразийского экономического союза, что было доложено на конференции в 2015 году [1].

Одновременно с этим в 2015 году техническим комитетом ISO/TC 22 «Дорожные транспортные средства» под руководством AFNOR (Французская ассоциация стандартизации), члена ISO от Франции принят стандарт ISO 17840-1: 2015 Дорожные транспортные средства - Информация для экстренных служб реагирования - Часть 1: Аварийный лист для легковых автомобилей и лёгких коммерческих автомобилей (ISO 17840-

*1:2015 Road vehicles — Information for first and second responders — Part 1: Rescue sheet for passenger cars and light commercial vehicles).*

Международный стандарт определяет содержание и структуру «карты спасения», предоставляя необходимую информацию о транспортном средстве, попавшем в аварию, чтобы помочь спасателям деблокировать пострадавших, как можно быстрее и безопаснее.

В содержании и компоновке «Карты спасения» учитывается, что она должна быть простой в использовании во всем мире и доступна в бумажном или электронном формате.

ISO 17840-1: 2015 применим к легковым автомобилям и лёгким коммерческим транспортным средствам в соответствии с ISO 3833 (Транспортные средства. Термины и определения.)

В дальнейшем были разработаны ещё три части стандарта ISO 17840:

1. ISO 17840-2: 2019 Дорожные транспортные средства – Информация для экстренных служб реагирования - Часть 2: Лист аварийно-спасательных работ для автобусов и грузовых автомобилей большой грузоподъёмности;

*(ISO 17840-2:2019 Road vehicles — Information for first and second responders — Part 2: Rescue sheet for buses, coaches and heavy commercial vehicles);*

2. ISO 17840-3: 2019 Дорожные транспортные средства – Информация для экстренных служб реагирования - Часть 3: Шаблон руководства по реагированию на чрезвычайные ситуации;

*(ISO 17840-3:2019 Road vehicles — Information for first and second responders — Part 3: Emergency response guide template);*

3. ISO 17840-4: 2018 Дорожные транспортные средства – Информация для экстренных служб реагирования - Часть 4: Идентификация энергии движения;

*(ISO 17840-4:2018 Road vehicles — Information for first and second responders — Part 4: Propulsion energy identification).*

В этих частях стандарта ISO 17840 указаны стандарты символических обозначений, краткая информация о конструкции автомобилей, информация для действий спасателей при проведении АСР, для распространения этой информации и максимально возможного её использования.

Идентификация транспортного средства и его модели в базе данных по номерному знаку, номеру VIN, системе автоматического оповещения экстренных служб (например, e-Call) или по другим идентификаторам (например, штрих-коду или QR-коду) не охватывается этим документом.

В рамках формирования единой технической политики в области проведения АСР при ликвидации последствий ДТП, на территории Российской Федерации была проведена определенная работа.

1. ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (Федеральный центр науки и высоких технологий) (далее - ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)) разработал ГОСТ Р 22.8.12-2022 «Карта спасения для транспортного средства. Термины и определения. Общие требования к кодификации, маркировке и идентификации». Данный ГОСТ устанавливает общие требования к кодификации, маркировке и идентификации вновь выпускаемых транспортных средств (за исключением категорий L и O), необходимых с целью получения информации, содержащейся в карте спасения транспортного средства, для экстренных и аварийных служб. Его применение на территории Российской Федерации является добровольным. ГОСТ Р 22.8.12-2022 вступил в действие с 1 февраля 2023 года.

2. ФГУП «Центральный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт «НАМИ» (ФГУП «НАМИ») разработаны и вступили в действие с 1 июля 2024 года:

2.1 ГОСТ ISO 17840-1-2023 «Автомобильные транспортные средства. Информация для экстренных оперативных и аварийно-спасательных служб. Часть 1. Спасательная карта для пассажирских автомобилей и автомобилей для коммерческих перевозок малой грузоподъёмности»;

2.2 ГОСТ ISO 17840-2-2023 «Автомобильные транспортные средства. Информация для экстренных оперативных и аварийно-спасательных служб. Часть 2. Спасательная карта для автобусов, междугородных автобусов и автомобилей для коммерческих перевозок большой грузоподъемности»;

2.3 ГОСТ ISO 17840-3-2023 «Автомобильные транспортные средства. Информация для экстренных оперативных и аварийно-спасательных служб. Часть 3. Шаблон руководства по реагированию при чрезвычайных ситуациях»;

2.4 ГОСТ ISO 17840-4-2023 «Автомобильные транспортные средства. Информация для экстренных оперативных и аварийно-спасательных служб. Часть 4. Идентификация источника энергии, приводящего в движение транспортное средство».

Все вышеуказанные ГОСТ предназначены для формирования и представления автопроизводителями необходимой информации и сведений о транспортных средствах, их конструкции, в том числе о применяемых средствах пассивной безопасности, применяемых силовых установках и др.

Эта информация необходима для сотрудников экстренных и оперативных служб, размещается на «карте спасения для транспортного средства», в целях организации и безопасного проведения АСР при ликвидации последствий ДТП.

Сведения и информация, которые автопроизводитель указывает в «карте спасения транспортного средства» относятся и к производителям транспортных средств, оснащенных электродвигательной установкой (далее – электромобиль), за последнее время стремительно изменяется, как в применяемых конструктивных решениях, так и в увеличении их количества на дорогах Евразийского экономического союза.

Ведь ещё относительно недавно, спасательные службы учились правильному ведению АСР с классическими автомобилями, оснащёнными двигателями внутреннего сгорания, с одной аккумуляторной батареей, с известным местом её размещения, а также минимальным количеством средств пассивной безопасности.

Спасатели на сегодняшний день, уже имеют дело с транспортными средствами, оснащенные гибридными силовыми установками, большим количеством элементов пассивной безопасности, различным количеством и расположением аккумуляторных батарей, в том числе с электромобилями.

За последнее время в Российской Федерации существенно возросло количество электромобилей на дорогах.

В последние годы Правительство Российской Федерации активно поддерживает развитие электромобилей, предоставляя субсидии на покупку таких автомобилей и развитие инфраструктуры.

Одновременно с этим различные компании начали инвестировать в производство электромобилей на территории России.

По некоторым данным на начало 2024 года, в России насчитывалось более 39 тысяч электромобилей.

Вместе с развитием батарейных технологий, созданием сети зарядных станций, требуется развитие третичной безопасности электромобилей, для обеспечения безопасной и эффективной работы спасателей, включая специализированный аварийно-спасательный инструмент и средства индивидуальной защиты спасателей.

Деблокировка пострадавших из электромобилей при авариях требует особого подхода и знаний техники безопасности, по причине наличия высокого напряжения и особенностей по его отключению. В случае аварии с участием электромобиля, сотрудники экстренных и оперативных служб должны следовать определенным инструкциям, для минимизации риска возгорания и поражения электрическим током.

Производителями электромобилей, разрабатываются рекомендации (инструкции) по рекомендуемым действиям, для сотрудников экстренных и оперативных служб при авариях.

Но в основном эти инструкции и рекомендации распространяются автопроизводителем через сайты и в лучшем случае через специальные приложения, например, приложение для смартфонов «Euro Rescue».

На август 2024 года в приложении «Euro Rescue» представлены 50 марок автомобилей с 1627 «картами спасения».

В настоящее время «Euro Rescue» доступно для смартфонов, под управлением iOS и Android, на английском, французском, немецком и испанском языках. Русский язык в приложении отсутствует, так как данное приложение ориентировано на европейского потребителя.

За последнее время, число китайских автобрендов, пришедших на территорию Российской Федерации, за последние два года, выросло с 11 до 57.

Так, например, по данным Международного энергетического агентства, в 2023 году на долю Китая пришлось 59 % общемировых продаж новых легковых электромобилей, включая гибридные автомобили.

В настоящее время «Карты спасения» по этим брендам, включая электромобили, либо отсутствуют, либо спасателям самостоятельно приходится искать по ним информацию, включая «Руководства для аварийных служб».

С учётом предлагаемых новых решений, по представлению экстренным и оперативным службам информации по «картам спасения», в настоящее время на территории Российской Федерации отсутствует единая государственная информационная автоматизированная система «Карты спасения для транспортных средств» (далее - ГИС «Карты спасения»).

Одновременно с этим требует решения вопрос идентификации транспортных средств, для эффективного применения информации по «картам спасения», с возможностями сопряжения устройств вызова экстренных и оперативных служб Государственной автоматизированной информационной системой «ЭРА-ГЛОНАСС» с ГИС «Карты спасения».

Сопрягая данные информационные системы, существует возможность получения необходимой информации, экстренным и оперативным службам, на рабочие планшеты, в процессе следования к месту проведения АСР, для информирования спасателей о марках и моделях аварийных автомобилей, с целью выбора тактики проведения АСР, включая меры безопасности.

Предлагаемые подходы и технические решения, в идеологии использования карт спасения, возможно, реализовать для сложных транспортных средств (железнодорожный транспорт, водный транспорт, воздушный транспорт), а также к местам с массовым пребыванием людей, к потенциально опасным объектам, зданиям жилой застройки.

Формирование предложенной идеологии по картам спасения, а также консолидации усилий спасательного сообщества, в области создания перспективных технологий спасения, возможно путём создания экспертного сообщества, с выделением отдельных направлений.

Так, например, направление «по извлечению и деблокировки пострадавших» объединяет специалистов в области ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на транспорте, а также специалистов при проведении поисково-спасательных работ при обрушении зданий.

Направление «поисковых работ» может объединять в себя экспертов в области, как приборного поиска пострадавших на суше, воде, под водой, так и экспертов организации поиска пострадавших в природной среде.

Учитывая цели и задачи Международной организации гражданской обороны, изложенные в уставе организации, предлагается подобное экспертное сообщество, объединённые в разные направления, создать под эгидой Научно-образовательного комитета стран-членов МОГО.

Для создания и эффективной работы данного экспертного сообщества, которое будет выявлять перспективные и эффективные подходы в технологии спасения, предлагаются следующие шаги:

отобрать кандидатов в эксперты, из числа специалистов с большим опытом проведения сложных спасательных операций;

определить цели и задачи экспертного сообщества;

создать платформу для обмена информацией, по опыту проведения спасательных операций, для профессионального общения и обмена идеями;

систематизировать и провести анализ неординарных спасательных операций, для возможности распространения опыта их проведения в другие страны-члены МОГО;

организовать сотрудничество с другими спасательными организациями и научно-образовательными учреждениями в области спасения, с возможностью делегирования части полномочий, для повышения эффективности действий в разработке лучших методик и стратегии проведения спасательных операций.

Работу экспертного сообщества предлагается начать с формирования направления, отвечающего за проведение аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий.

Тематика и вопросы проведения аварийно-спасательных работ ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий, близка всем спасательным службам в мире.

Объединение усилий в данном направлении позволит сформировать единые подходы, облегчающие труд спасателей, повысить общий уровень безопасности работ, а также избежать неизвестных рисков, с которыми спасатели могут столкнуться в процессе проведения АСР с аварийными транспортными средствами.

Одновременно с этим, концентрируя усилия экспертного сообщества с научными и образовательными учреждениями в области спасения, под эгидой Научно-образовательного комитета стран-членов МОГО, возможно получение результатов в следующих направлениях:

разработка на основе «карт спасения» технологических карт по деблокировке пострадавших из аварийных автомобилей, учитывающие имеющийся у спасателей аварийно-спасательный инструмент и оборудование;

визуализация «карт спасения» в 3D-изображение, с возможностью проецирования изображения «карты спасения» на специальные очки спасателя;

внедрение информационного блока «карт спасения» и технологических карт деблокировки пострадавших, в комплексную информационную систему как основное средство поддержки принятия решения для экипажей оперативных и аварийных служб.

### **Список литературы**

1. Балин Д.Н. Состояние и перспективы развития «Карт спасения» при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий на территории Российской Федерации // Сб. докладов XX Межд. научно-практической конференции по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций «Глобальная и национальные стратегии управления рисками катастроф и стихийных бедствий» / 19-22 мая 2015. С. 318-320.

## ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ С УЧАСТИЕМ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В АКАДЕМИИ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ МЧС РОССИИ

*Баринов М.Ф., Мясников Д.В., Веселов А.В.  
ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России»*

**Аннотация.** В статье рассмотрен учебно-методический подход в системе подготовки специалистов в области ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий с участием электромобилей, реализованный в ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России».

**Ключевые слова:** аварийно-спасательные работы, дорожно-транспортное происшествие, подготовка, транспортное средство, электромобиль.

## TRAINING OF SPECIALISTS IN THE FIELD OF ELIMINATION OF CONSEQUENCES OF TRAFFIC ACCIDENTS INVOLVING ELECTRIC CARS AT THE CIVIL PROTECTION ACADEMY OF EMERCOM OF RUSSIAN FEDERATION

*Barinov M.F., Myasnikov D.V., Veselov A.V.  
Civil Defence Academy of the EMERCOM of Russia*

**Abstract.** The article examines the educational and methodological approach in the system of training specialists to eliminate the consequences of road accidents involving electric vehicles, implemented in the Academy of Civil Defense of the Ministry of Emergency Situations of Russia.

**Keywords:** emergency rescue operations, traffic accident, training, vehicle, electric car.

## ОБУКА СПЕЦИЈАЛИСТА У ОБЛАСТИ ОТКЛАЊАЊА ПОСЛЕДИЦА САОБРАЋАЈНИХ НЕСРЕЋА СА ЕЛЕКТРИЧНИМ ВОЗИЛИМА НА АКАДЕМИЈАМА ЦИВИЛНЕ ЗАШТИТЕ МЧС РУСИЈЕ

*Михаил Баринов, Денис Мјасников, Алексеј Веселов  
Академија цивилне заштите Министарства за ванредне ситуације Руске Федерације*

**Апстракт.** У чланку се испитује образовни и методолошки приступ у обуци специјалиста за отклањање последица саобраћајних несрећа са електричним возилима, који се спроводи у Академији цивилне заштите Министарства за ванредне ситуације Русије.

**Кључне речи:** хитне спасилачке акције, саобраћајна несрећа, обука, аутомобил, електрично возило.

Анализ в области инфраструктуре електротранспорта в Российской Федерации показал, что в настоящее время существуют определенные тенденции для перехода на автомобили с электродвигателями в обозримой перспективе. Данные Государственная автомобильная инспекция Министерства внутренних дел Российской Федерации свидетельствуют о растущей популярности электромобилей среди автовладельцев. Так, на конец 2020 года в России было зарегистрировано электромобилей – 3 705 единиц, на конец 2021 года – 10 254 единиц, на конец 2022 года – 22 533 единиц, на конец 2023 года – 39 701 единиц. По оценкам экспертов, к 2025 году страна может приблизиться к отметке около 100

000 единиц электротранспорта, а к 2030-му примерно 20 % парка автомобилей в Российской Федерации будет на электротяге (рисунок 1).

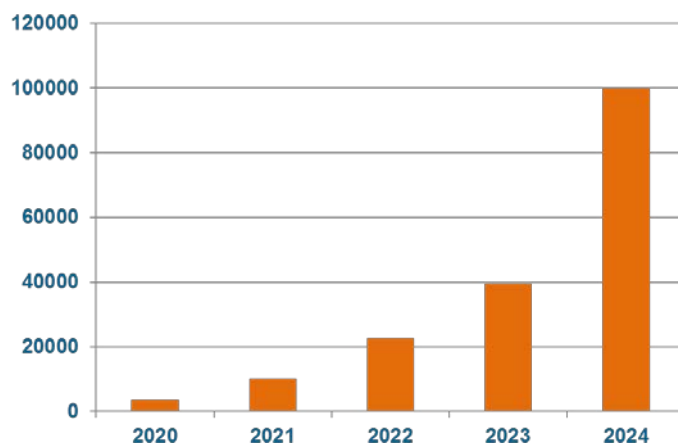


Рис. 1 – Динамика изменения численности зарегистрированных электромобилей в Российской Федерации

Стоит отметить, что динамика, связанная с ростом числа электромобилей в Российской Федерации, свидетельствует и об увеличении вероятности дорожно-транспортных происшествий с их участием. При этом технология ликвидации последствий ДТП с участием электромобилей существенно отличается от ликвидации ДТП с участием автомобилей с двигателем внутреннего сгорания и требует от спасателей, участвующих в их ликвидации дополнительной подготовки и оснащения.

Система подготовки специалистов в области ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий в Академии гражданской защиты МЧС России включает в себя скоординированную работу Института развития МЧС России, организующего подготовку по программам профессионального обучения в том числе и специалистов стран-участниц Международной организации гражданской обороны, и Центра (учебно-методического), в чьи задачи входит организация реализации основных образовательных программ высшего образования всех категорий обучающихся. При этом деятельность кафедры аварийно-спасательных работ направлена на специальную подготовку к ведению спасательных работ в различных условиях, включающую обучение технологиям аварийно-спасательных работ при дорожно-транспортных происшествиях. Кроме этого, в Академии осуществляется подготовка к аттестации и аттестация на квалификацию «спасатель» лиц, успешно освоивших соответствующие программы профессионального обучения (рисунок 2).



Рис. 2 – Система подготовки специалистов в Академии гражданской защиты МЧС России

Особенности ликвидации последствий ДТП с участием электромобилей обуславливают необходимость привития дополнительных знаний, умений и навыков, получения профессиональных компетенций. Эти компетенции должны включать сведения не только о тактике и технологии ведения аварийно-спасательных работ при ДТП с участием электромобилей, но и более широкий спектр данных о процессах и явлениях, связанных с электроустановками, силовыми агрегатами на электротяге, физико-химических взаимодействиях материалов, вопросах охраны труда и безопасности. Учебные планы, реализуемые в Академии, позволяют охватить необходимый спектр знаний, умений и навыков для качественной подготовки специалистов по ликвидации последствий ДТП с участием электромобилей. Отдельные вопросы, изучаемые в рамках учебных дисциплин, в совокупности представляют программу подготовки специалистов (рисунок 3).

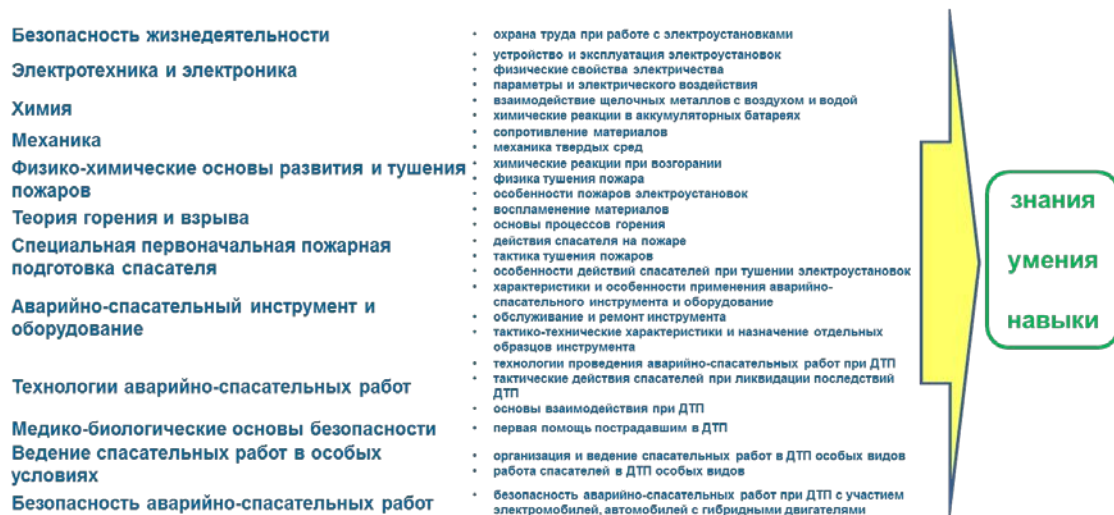


Рис. 3 – Дисциплины учебных планов и изучаемые вопросы в области ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий с участием электромобилей

Подготовка специалистов в области ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий с участием электромобилей структурно включает базовую и дополнительную. В рамках базовой подготовки обучающиеся Академии получают знания на лекциях, отрабатывают навыки на практических и групповых занятиях, изучают процессы и явления при выполнении лабораторных работ. К проведению занятий привлекаются специалисты реагирующих подразделений, имеющих большой опыт в проведении аварийно-спасательных работ. Особое внимание уделяется организации всех видов практик. При прохождении производственной и преддипломной практик обучающиеся осваивают навыки работы спасателями в спасательных формированиях, принимают участие в дежурстве подразделений и реагировании на дорожно-транспортные происшествия. Важным этапом подготовки является разработка и защиты выпускной квалификационной работы. Ежегодно ряд обучающихся выбирают тематику выпускных квалификационных работ, связанную с ликвидацией последствий дорожно-транспортных происшествий с участием электромобилей. Одной из особенностей является практикоориентированность базовой подготовки специалистов (рисунок 4).



Рис. 4 – Структура подготовки специалистов в области ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий с участием электромобилей

Дополнительная подготовка реализуется через участие обучающихся в выполнении научно-исследовательских работ, в тематических научных конференциях, написание научных статей. Традиционным стало участие курсантов Академии в ежегодных соревнованиях на звание «Лучшая команда по проведению аварийно-спасательных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций на автомобильном транспорте».

Существующая структура позволяет привить компетенции, необходимые для выполнения работ по ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий с участием электромобилей.

В рамках базовой подготовки с курсантами Академии проводятся комплексные тактико-специальные занятия, на которых отрабатываются навыки ликвидации последствий ДТП, осуществляется тушение возгорания аварийного автомобиля, оттачивается слаженность действий и командная работа. Внимание на занятиях уделяется не только индивидуальной подготовке каждого курсанта, но и групповой работе обучающихся. В зависимости от исходной обстановки курсанты самостоятельно определяют тактику действий, осуществляют выбор аварийно-спасательных средств, реализуют взаимодействие с реагирующими на ДТП подразделениями (рисунок 5).



Рис. 5 – Комплексные тактико-специальные занятия по ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий

Элементом дополнительной подготовки является участие в тематических соревнованиях. Команда курсантов Академии ежегодно участвует в соревнованиях на звание «Лучшая команда МЧС России по проведению аварийно-спасательных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций на автомобильном транспорте». Непосредственная подготовка команды осуществляется кафедрой аварийно-спасательных работ.

Академией постоянно осуществляется совершенствование учебно-материальной базы для подготовки специалистов. В 2023 учебном году организована поставка аварийно-спасательного инструмента и оборудования, проведена закупка новых тренажеров для

ликвидации последствий ДТП, оборудованы учебные места на территории Академии и на полигонной базе.

Таким образом, в Академии осуществляется подготовка специалистов, которые будут способны организовывать и проводить работы по ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий, в том числе с участием электромобилей.

#### **Список литературы**

1. Единые методические рекомендации по организации деятельности территориальных органов и учреждений МЧС России по ликвидации последствий ДТП. Москва. 2024. – 175 с.
2. Анализ основных показателей эффективности реагирования пожарно-спасательных подразделений на ДТП в Российской Федерации в 1 полугодии 2024 года / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2024. – 62 с.
3. Шаерман А. В. Проведение спасательных работ при дорожно-транспортных происшествиях. Екатеринбург: ООО «Издательство «Калан», 2013. – 264 с.

## МЕТОДИКА УСТАНОВЛЕНИЯ ПРИЧИНЫ ПОЖАРА В ЭЛЕКТРОМОБИЛЯХ

*Сергеев И.Ю., Горбунов А.С.*

*ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России*

## METHODOLOGY FOR DETERMINING THE CAUSE OF FIRE IN ELECTRIC VEHICLES

*Sergeev I.Yu., Gorbunov A.S.*

*Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia*

## МЕТОДОЛОГИЈА УТВРЂИВАЊА УЗРОКА ПОЖАРА СА ЕЛЕКТРИЧНИМ ВОЗИЛИМА

*Сергеев И. Ю., Горбунов А.С.*

*Сибирска ватрогасно-спасилачка академија Државне ватрогасне службе Министарства за ванредне ситуације Русије*

По данным агентства «Автостат» по состоянию на 1 июля 2024 года в России было зарегистрировано 50,6 тыс. электромобилей [1].

Несмотря на то, что количество электрокаров активно растёт, они составляют всего лишь 0,11% от общего числа зарегистрированных легковых машин [1].

Около трети (30%) всех электромобилей в России — это машины японского бренда Nissan, что составляет 15,5 тыс. единиц. На втором месте по популярности находится китайский бренд Zeekr с результатом 8,1 тыс. штук и долей 16%. Американская компания Tesla, которая ранее занимала вторую строчку, опустилась на третье место с показателем 6,4 тыс. электрокаров [1].

На четвёртом месте находится немецкий Volkswagen (3,3 тыс. шт.), а на пятом — отечественный Evolute (2,9 тыс. шт.). Также стоит отметить бренды «Москвич», BMW, Audi, Porsche и BYD, парк которых насчитывает более 1 тыс. экземпляров [1].

По регионам на первом месте по количеству электромобилей является Москва. Далее, по количеству электромобилей, Приморский край и Иркутская область, что объясняется близким расположением к Японии.

Малое количество электрокаров от общего числа легковых машин в России связано с недостаточным количеством зарядных станций, дальними расстояниями между населёнными пунктами, отрицательными температурами менее - 20°C.

Устройство Nissan Leaf представлено на рисунке 1.



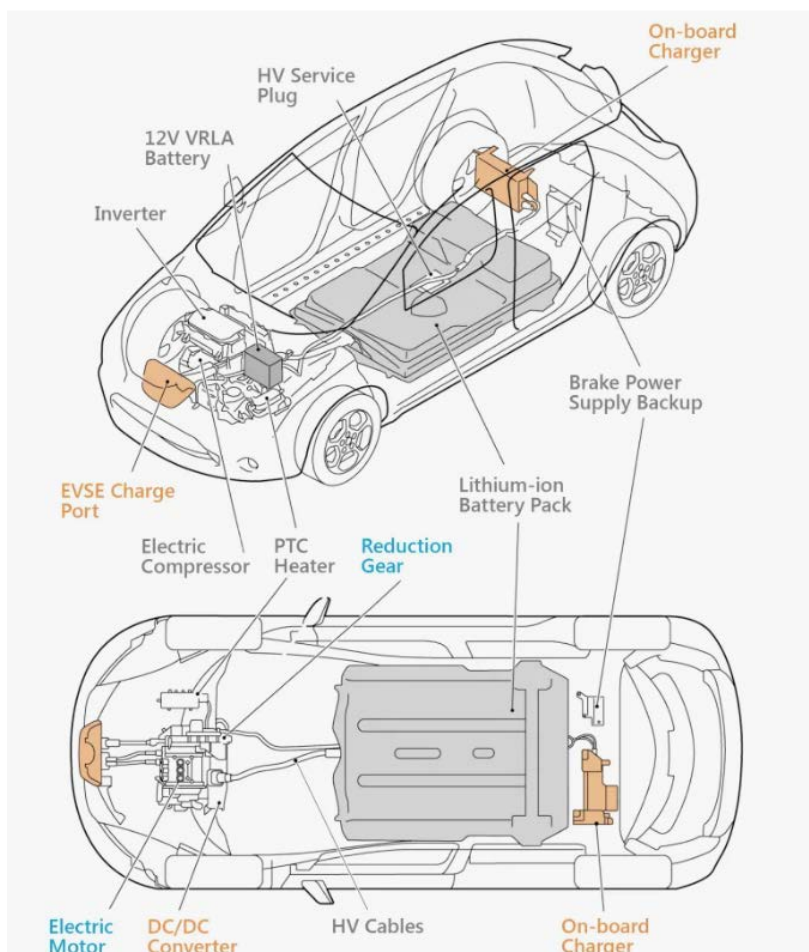


Рис. 1 – Устройство Nissan Leaf [2]

В данном электромобиле используются два типа батарей. Один тип из них — 12-вольтовая батарея. Второй тип батареи — литий-ионная или другого типа с высоким напряжением.

За счёт 12-вольтовой батареи обеспечивается питание различных автомобильных систем (аудиосистема, дополнительные контролирующие системы, фары и стеклоочистители). А аккумулятор с высоким напряжением отвечает за работу электродвигателя (тягового двигателя), системы подогрева и компрессора кондиционера. Кроме того, он заряжает 12-вольтовую батарею.

Ещё одним важным компонентом электромотора является модуль PDM (Power Delivery Module). Это устройство доставки энергии, к которому с одной стороны подключается порт зарядки. Через него подаётся переменное напряжение 220 вольт. С другой стороны, к модулю PDM подключена высоковольтная батарея.

Таким образом, автомобиль состоит из двух систем энергоснабжения: высоковольтной и низковольтной.

Для безопасной эксплуатации имеются системы защиты от аварийных режимов работы электросетей и электрооборудования, а также аварийные системы выключения.

Однако при эксплуатации, пользователи изменяют конструктивные особенности автомобиля для облегчения зарядки аккумуляторной батареи и увеличения запаса хода.

При анализе бортовых журналов владельцев Nissan Leaf на электронном ресурсе [3] был выявлен ряд наиболее часто встречающихся пожароопасных изменений конструкции автомобиля.

Для увеличения запаса хода используют два способа: переупаковка высоковольтной батареи или установка дополнительных блоков батарей. Примеры данных изменений представлены на рисунке 2. Ошибки при монтаже (нарушение контакта соединений,

механические повреждения, неверно выполненные расчеты электросети) и использование некачественных аккумуляторных батарей могут привести к возникновению пожара.



Рис. 2 – Слева дополнительные батареи в багажнике, справа замена на более энергоемкие батареи [3]

В связи с отрицательными температурами, запас хода уменьшается из-за использования обогрева и потери емкости аккумуляторной батареи.

Таким образом, владельцы пытаются обеспечить подогрев салона установкой автономных отопителей, работающих на топливе, а также установкой дополнительного подогрева батарей с помощью греющего кабеля (рисунок 3).

Установка дополнительного оборудования повышает риск возникновения пожара в связи с наличием аварийных режимов работы данных компонентов и возможности наличия нагретых поверхностей до критических температур.



Рис. 3 – Слева автономный отопитель, справа обогрев высоковольтной батареи с помощью греющего кабеля [3]

Особое внимание следует уделять зарядному устройству и эксплуатируемой внешней электросети. Наиболее часто пожары в электромобилях происходят именно при зарядке батареи. В России часто приобретают автомобили из Японии, которые были изготовлены для внутреннего рынка. Вилка розетки имеет вид японского стандарта, отличного от российского. Владельцы самостоятельно переделывают вилку (рисунок 4). Внутри вилки имеется термодатчик, который заменяется электросопротивлением при повреждении во время модификации. Зарядный блок не позволяет производить заряд батареи без заземления в электросети. В гаражных кооперативах и частных домах может отсутствовать заземление. По данной причине заземление подключают к нулевому проводнику. Также приобретаются более мощные зарядные устройства и позволяющие производить заряд без заземления. Часто электрическая сеть рассчитана на менее низкие по значению токи, чем необходимо для использования зарядного устройства, что также является пожароопасным фактором.



Рис. 4 – Слева разобранный японский вилок зарядного устройства, справа подключение заземления к нулевому проводнику [3]

При установлении причины пожара необходимо установить горючее вещество, окислитель и источник зажигания. Окислителем в данном случае является кислород воздуха. Горючие вещества в электромобиле представлены различными полимерами от изоляции проводников до декоративных элементов.

Таким образом, пожар в электромобиле может произойти в результате пожароопасных аварийных режимов работы, как в электросети автомобиля (низковольтной и высоковольтной части), аккумуляторной высоковольтной батарее (тепловой разгон), внешней электросети, а также в результате внешнего источника зажигания (поджог, открытый огонь и т.д.).

Для отработки версии причастности внешнего источника зажигания, необходимо провести анализ термических повреждений (особенно шин) автомобиля и проверить наличие признаков поджога, а также признаков воздействия иных внешних источников зажигания.

Основными пожароопасными аварийными режимами работы электросети являются короткое замыкание, перегрузка, большие переходные сопротивления. Данные аварийные режимы работы электросети имеют характерные следы (оплавления, повреждения).

Пожарная опасность электромобилей в источниках [4, 5, 6] в основном сводится к тепловому разгону и возгоранию литий-ионных аккумуляторов, который может возникнуть в результате неправильной эксплуатации или дорожно-транспортного происшествия. Однако на сегодняшний день имеются ряд защитных систем для безопасной эксплуатации электромобиля. Но данные системы не всегда успешно справляются с поставленной задачей.

Причина пожара устанавливается после обнаружения очага пожара. Часто автомобиль может быть полностью уничтожен огнем за исключением металлических элементов. Установление очага пожара происходит при анализе термических повреждений, в том числе с помощью инструментальных методов. Необходимо учитывать влияние горения аккумуляторной батареи электромобиля на формирование очаговых признаков, а также воздухообмен и действия по тушению пожара.

В связи с тем, что аккумуляторная высоковольтная батарея находится в отдельном герметичном корпусе в нижней части автомобиля, возможно отсутствие её повреждений. Необходимо обязательно проводить осмотр состояния высоковольтной батареи, что может позволит исключить один из возможных источников зажигания.

Обязательно необходимо производить осмотр внешней электросети (наличие аварийных режимов работы, состояние и тип аппаратов защиты, способ подключения), если пожар случился при зарядке автомобиля.

Рекомендуется производить комплексное исследование автотехническим (идентификация электромобиля, комплектация, наличие вмешательства в устройство автомобиля) и пожарно-техническим экспертом (очаг и причина пожара).

Таким образом, существует ряд особенностей при установлении причины пожара в электромобилях. В ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России разрабатываются методические рекомендации по порядку установления причины пожара в электромобилях для практического применения в деятельности экспертов и специалистов.

### Список использованных источников

1. Отчет «Парк ТС в РФ на 01.07.2024 г.» аналитического агентства «Автостат» - Режим доступа: <https://www.autostat.ru/research/product/489> (дата обращения 13.08.2024).
2. Электрическая схема Nissan Leaf - Режим доступа: <https://schems.ru/transport/elektricheskaya-shema-nissan-leaf> (дата обращения 13.08.2024).
3. Бортовые журналы Nissan Leaf - Режим доступа: <https://www.drive2.ru/> (дата обращения 13.08.2024).
4. Канонин Ю. Н., Лыщик А. В. Пожарная опасность электромобилей //Бюллетень результатов научных исследований. – 2023. – №. 1. – С. 38-51.
5. Sun P. et al. A review of battery fires in electric vehicles //Fire technology. – 2020. – Т. 56. – №. 4. – С. 1361-1410.
6. Мокряк А. В. Анализ пожарной опасности электромобилей //Modern Science. – 2021. – №. 1-2. – С. 475-479.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ПОЖАРОВ НА ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТЕ

*Кобяк В.В., Булыга Д.М., Гончаров И.Н.*

*Университет гражданской защиты*

*Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций МЧС Республики Беларусь*

*Филиал «Институт переподготовки и повышения квалификации»*

*Университета гражданской защиты МЧС Республики Беларусь*

**Аннотация.** Работа посвящена проблеме ликвидации пожаров с участием электротранспорта. Рассмотрены технические возможности применения устройства для ликвидации пожара на электромобиле.

**Ключевые слова:** пожар, электромобиль, сумка-покрывало, силовая батарея.

## FIRE EXTINGUISHING DEVICE BY ELECTRIC TRANSPORT

*Kabiak V.V., Bulyha D.M., Goncharov I.N.*

*University of Civil Protection,*

*The Scientific Research Institute of Fire Safety and Emergencies (RIFSE-Belarus)),*

*The branch «Institute of Retraining and Professional Development»*

*of the University of Civil Protection of the MES of the Republic of Belarus*

**Abstract.** The work is devoted to the problem of eliminating fires involving electric vehicles. The technical possibilities of using a device to eliminate a fire on an electric vehicle are considered.

**Key words:** fire, electric car, RECOVER-E-BAG, power battery.

## УРЕЂАЈ ЗА ГАШЕЊЕ ПОЖАРА НА ЕЛЕКТРИЧНИМ ВОЗИЛИМА

*Кобјак В.В., Булига Д.М., Гончаров И.Н.*

*Универзитет цивилне одбране*

*Истраживачки институт за противпожарну безбедност и проблеме у ванредним ситуацијама Министарства за ванредне ситуације Републике Белорусије*

*Филијала „Завод за преквалификацију и усавршавање“*

*Универзитет цивилне заштите Министарства за ванредне ситуације Републике Белорусије*

**Апстракт.** Рад је посвећен проблему гашења пожара на електричним возилима. Разматрају се техничке могућности употребе уређаја за гашење пожара на електричном возилу.

**Кључне речи:** ватра, електрични аутомобил, покривач (recover-e-bag), батерија за напајање.

В настоящее время возрастает число электромобилей в Республике Беларусь, соответственно возможно увеличение числа аварий и пожаров с их участием. В отличие от привычных нам автомобилей с двигателем внутреннего сгорания, электромобиль горит намного дольше и гораздо мощнее, что значительно усложняет тушение пожаров. Важным фактором является возможность повторного возгорания силовой батареи после ликвидации пожара.

Для предотвращения повторного возгорания рекомендуется погрузить поврежденное транспортное средство в контейнер с водой на 24 часа [1]. Однако осуществить это может быть достаточно проблематично, в частности, если автомобиль находится в труднодоступном месте (подземные стоянки, гаражи, дворы и т.д.). Для подъезда погрузчика авто с манипулятором и доставки металлического контейнера, который имеет большие габаритные размеры.

Для решения этой проблемы используется «сумка-покрывало» для электромобилей – RECOVER-E-BAG (рис. 1) [2].



**Рисунок 1. – Сумка-покрывало**

Данное устройство предназначено для замены больших металлических контейнеров, который доставить к месту ЧС проблематичным, особенно в стесненных условиях. Предлагаемое устройство является достаточно компактным, а его использование достаточно простое. Размеры транспортировочного контейнера для оборудования составляют 600×400×160 мм. Его компактность позволяет вывозить это устройство на пожарной аварийно-спасательной технике при выезде на ЧС, а также возможность его нахождения непосредственно на специализированных местах (гараж-стоянках).

Для применения необходимо закатить автомобиль, а в случае ограниченного пространства приподнять его, развернуть устройство, затянуть крепления и заполнить устройство огнетушащим веществом. В таком устройстве транспортное средство может быть премещено на эвакуатор. После использования загрязненная вода или иное огнетушащее вещество в последующем может быть утилизировано надлежащим образом [2].

Использование сумки имеет ряд преимуществ:

- мобильность и простота в использовании;
- низкий расход воды за счет адаптации к контуру автомобиля (все распространенные типы автомобилей);
- возможность погрузки поврежденного транспортного средства на эвакуатор в данном чехле;
- возможность удерживания загрязненной воды, и утилизации ее надлежащим образом;

### **Список литературы**

1. <https://www.weber-com/ru/feuerwehr/zusatzausruestung/glasmanagement-und-sicherungssysteme/recover-e-bag.php>
2. Рекомендации по тушению электромобилей в Минском гарнизоне МЧС: утв. нач. Минского гор. управ. МЧС Республики Беларусь от 31.03.2021. – 18 с..

## ТРЕНАЖЕРНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ НА ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЯХ С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

*Кобяк В.В., Булыга Д.М.*

*Университет гражданской защиты*

*Филиал «Институт переподготовки и повышения квалификации»*

*Университета гражданской защиты МЧС Республики Беларусь*

**Аннотация.** Работа посвящена проблеме ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий с участием электротранспорта. Рассмотрены требования к аппаратной части разрабатываемого тренажерного комплекса.

**Ключевые слова:** аварийно-спасательные работы, деблокирование, дорожно-транспортное происшествие, электромобили, пожар.

## A TRAINING COMPLEX FOR ELIMINATING THE CONSEQUENCES OF CAR ACCIDENTS WITH ELECTRIC DRIVE

*V.Kabiak, D.Bulyha*

*University of Civil Protection*

*The branch «Institute of Retraining and Professional Development»*

*of the University of Civil Protection of the MES of the Republic of Belarus*

**Abstract:** the work is devoted to the problem of eliminating the consequences of road accidents involving electric transport. The requirements for the hardware part of the developed training complex are considered.

**Key words:** rescue operations, release, traffic accident, electric vehicles, fire.

## ТРЕНАЖНИ КОМПЛЕКС ЗА ОТКЛАЊАЊЕ ПОСЛЕДИЦА САОБРАЋАЈНИХ НЕСРЕЋА НА ПУТНИЧКИМ ВОЗИЛИМА СА ЕЛЕКТРИЧНИМ ПОГОНОМ

*Кобјак В.В., Булига Д.М.*

*Универзитет цивилне заштите*

*Филијала „Завод за преквалификацију и усавршавање“*

*Универзитет цивилне заштите Министарства за ванредне ситуације Републике Белорусије*

**Апстракт.** Рад је посвећен проблему отклањања последица саобраћајних несрећа са електричним возилима. Разматрају се захтеви за хардвер развијеног тренажног комплекса.

**Кључне речи:** акције спасавања, деблокада, саобраћајна незгода, електрична возила, пожар.

В настоящее время в Республике Беларусь практически отсутствует информация о конструктивных особенностях существующих электромобилей. При этом имеется ряд нормативных правовых актов, фондовых материалов, регламентирующие последовательность действий спасателей-пожарных при проведении работ по деблокированию пострадавших из транспортного средства (далее – ТС) [1-5].

Анализ схем расположения модулей существующих электромобилей позволяет выявить некоторые закономерности размещения основных силовых модулей: литий-ионные

тяговые аккумуляторные батареи, как правило, расположены на уровне колесной базы в задней или средней частях автомобиля; отключение систем высокого напряжения производится посредством размыкания электрической сети; усиленные элементы конструкции каркаса расположены как и в автомобилях с двигателями внутреннего сгорания.

Тренажерный комплекс (далее – ТК) предназначен для повышения уровня эффективности подготовки работников органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям (далее – ОПЧС) путем приобретения навыков и умений по отработке действий ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий (далее – ДТП) с участием легкового автомобильного транспорта с электроприводом.

Созданный ТК позволяет смоделировать условия, при которых работник ОПЧС может проводить работы по идентификации расположения основных узлов и агрегатов ТС как в пути следования к месту вызова, так и на месте ДТП, используя программное обеспечение (далее – ПО) установленное на планшете или мобильном устройстве, а также по проведению работ по обездвиживанию, стабилизации, обесточиванию массогабаритной модели (далее – МГМ) и имитации тушения пожара.

Разрабатываемый ТК позволит повысить эффективность подготовки спасателей-пожарных за счет имитации эффекта присутствия на месте ДТП. Это даст возможность погрузить обучающегося в условия реальной боевой обстановки, позволит ему сформировать базовое мышление по отработке всего алгоритма аварийно-спасательных работ при ДТП, получить опыт и практические навыки работы с различным оборудованием в экстремальных условиях.

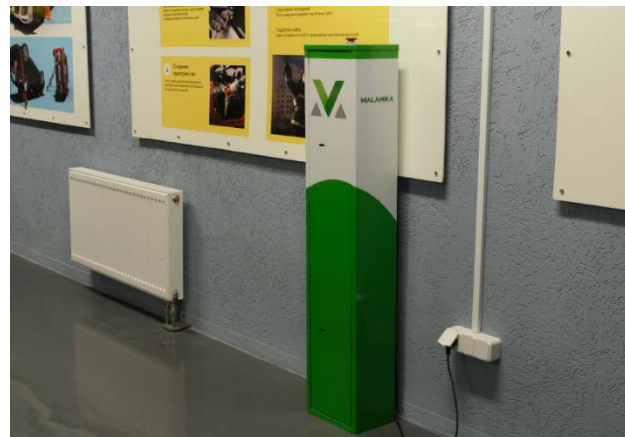
ТК включает в себя:

– МГМ, созданную на базе электрокара (Nissan Leaf первого поколения), с моделированием на нем различных вариантов размещения аккумуляторных батарей (12 В), кабелей и силового оборудования (рис. 1а);

– макет зарядной станции с зарядным кабелем и имитацией подзарядки электрокара и его аварийного отключения (рис. 1б);



*а - МГМ*



*б – макет зарядной станции*

Рис. 1 – Внешний вид МГМ и зарядной станции

– планшет со специализированным ПО АИС «BY Rescue», отображающее конструктивные особенности 30 ТС с электроприводом в 2D и 3D форматах (рис. 2);

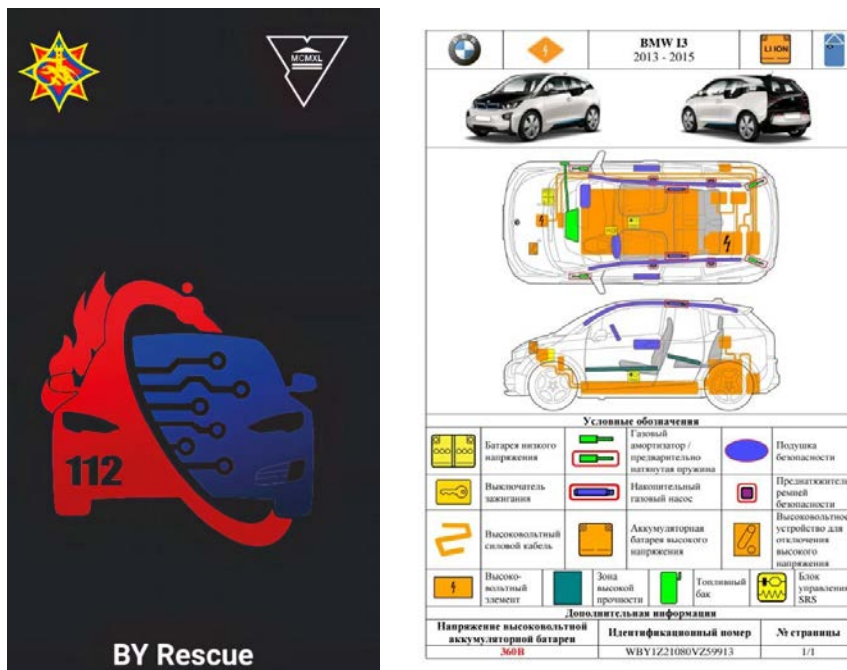


Рис. 2 – Мобильное приложение «BY Rescue»

– дымообразующее устройство и светодиодную индикацию для имитации задымления и возгорания в различных местах МГМ.

Благодаря последовательному изучению конструктивных особенностей ТС и отработке рекомендуемой последовательности действий обучающихся будут сформированы компетенции для их квалифицированной работы в условиях реальной обстановки при ликвидации ДТП с участием электромобилей, позволяющие избежать поражения электрическим током.

### Список литературы

1. Об утверждении Боевого устава органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь по организации тушения пожаров: приказ Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 3 января 2024 г., № 1 // СПС КонсультантПлюс: Беларусь [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр». – Минск, 2024.
2. Об утверждении Правил безопасности в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь: приказ МЧС Респ. Беларусь 16 июня 2022 г., № 200: в ред. приказа МЧС Респ. Беларусь, 29 дек. 2023 г., № 438 // Печ. – Минск, 2024.
3. Рекомендации по тушению электромобилей в Минском гарнизоне МЧС: утв. нач. Минского гор. управ. МЧС Республики Беларусь от 31.03.2021. – 18 с.
4. Моррис, Б. Холматро техника спасения из автомобилей / Б. Моррис. – Нидерланды: Холматро Рескью Эквипмент, 2005. – 96 с.
5. Дунбар, Я. Техника спасения из автомобилей / Я. Дунбар. – Нидерланды: Холматро Рескью Эквипмент, 2013. – 255 с.

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ДТП ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С ВЫСОКОВОЛЬТНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

*Колбасов А.Ф. Хайретдинова А.Р.*

*ГУП «Московский метрополитен», Дирекция по развитию электротранспорта*

*Балин Д.Н.*

*ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)*

**Аннотация.** При развитие парка транспортных средств с электроприводом и высоковольтными компонентами нужно поднимать не только вопросы улучшения экологии, но и вопросы возможных опасностей, которые могут возникнуть в ходе эксплуатации или ДТП с такими автомобилями. Новый тип энергоустановок существенно отличается по подходам при ликвидации последствий ДТП, которые рассматриваются в данной статье.

**Ключевые слова:** Электромобиль, гибрид ликвидация последствий ДТП, карты спасения, ДТП электромобиле.

### “MAIN DIRECTIONS FOR ENHANCING SAFETY IN THE OPERATION AND MITIGATION OF CONSEQUENCES OF TRAFFIC ACCIDENTS INVOLVING VEHICLES WITH HIGH-VOLTAGE COMPONENTS”

*Kolbasov A.F., Khayretdinova A.R.*

*Moscow Metro, Directorate for Electric Transport Development*

*Balin D.N.*

*VNII GOChS (FC)*

**Abstract.** With the development of the fleet of vehicles with electric drive and high-voltage components, it is necessary to raise not only the issues of improving ecology but also the questions of potential dangers that may arise during operation or traffic accidents involving such vehicles. The new type of power units significantly differs in approaches to mitigating the consequences of traffic accidents, which are discussed in this article.

**Keywords:** Electric vehicle, hybrid, mitigation of traffic accident consequences, rescue maps, traffic accidents involving electric vehicles.

### „ОСНОВНИ ПРАВЦИ ПОВЕЋАЊА БЕЗБЕДНОСТИ ПРИ ЕКСПЛОАТАЦИЈИ И ОТКЛАЊАЊУ ПОСЛЕДИЦА САОБРАЋАЈНИХ НЕСРЕЋА ВОЗИЛА СА ВИСОКОНАПОНСКИМ КОМПОНЕНТАМА“

*Колбасов А.Ф., Хајретдинова А.Р.*

*Московски метрополитен, Дирекција за развој електричног транспорта*

*Балин Д.Н.*

*Све-руски научно-истраживачки институт за цивилну заштиту и ванредне ситуације,  
Министарство за ванредне ситуације Русије*

**Апстракт.** При развоју парка транспортних средстава са електричним погоном и високонапонским компонентама потребно је поставити не само питања побољшања екологије, већ и питања могућих опасности које могу настати током експлоатације или саобраћајних несрећа са таквим возилима. Нови тип енергетских установа значајно се разликује у приступима при отклањању последица саобраћајних несрећа, које се разматрају у овом чланку.

**Кључне речи:** електрично возило, хибрид, отклањање последица саобраћајних несрећа, мапе спасавања, саобраћајне несреће са електричним возилима.

**Актуалност** данной темы обусловлена прогрессирующим ростом парка автотранспортных средств с низким углеродным следом, в конструкции которых находятся инновационные источники энергии, такие как: электрохимический генератор на водороде, литий-ионная перезаряжаемая система хранения и накопления электроэнергии, различные электрические компоненты с напряжением более 400В. В большей своей части инновационные решения требуют особого внимания при эксплуатации, обслуживании и ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий, чему в настоящее время, практически не уделяется внимание. Подходы по реагированию на ДТП в таких случаях, отличаются от традиционных и требуют создания не только новых методических указаний, но и изменений в законодательных актах.

**Цель работы** – проанализировать мировой опыт в области идентификации транспортных средств с высоковольтными компонентами и предложить способы визуальной идентификации, которые будут применимы в Российской Федерации, а также будут понятны и за пределами, при международных поездках. Рассмотреть риски, возникающие при ликвидации последствий ДТП с автотранспортными средствами с высоковольтными компонентами.

**Материалы и методы:** в данной работе используются анализ нормативной и правовой информации, а также материалы из рецензируемых изданий, рекомендуемых ВАК, регламентирующие документы и доклады специалистов неофициальной рабочей группы EVS при официальной рабочей группе GRSP WP/29 (World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations).

**Результатами** аналитического обзора являются предложения по принятию графических идентификаторов, позволяющих заблаговременно информировать об источнике энергии, установленном на автотранспортном средстве с целью повышения безопасности при эксплуатации и ликвидации последствий ДТП, а также обозначены проблемы, которые требуют решения на последующих этапах развития программы повышения безопасности при ликвидации последствий ДТП транспортных средств с высоковольтными компонентами.

#### 1. Введение

Рост парка электромобилей и транспортных средств с различными комбинированными энергоустановками (гибридов) в России теперь поддерживается наличием как локальных производителей, так и официально импортируемыми марками и моделями (Таблица 1)[1].

Таблица 1. Изменение парка электромобилей в России

Парк электромобилей в России					
2019	2020	2021	2022	2023	07.2024
7 000	10 000	16 500	21 459	25 700	50 600*

При этом количество электромобилей и различных гибридов на сентябрь 2024 года составляет 0,56% от общего парка транспортных средств и равняется 311 254 единицам. Для

сравнения, транспортных средств с газобаллонным оборудованием в России около 1 310 000 единиц. Стоит отметить, что парк электромобилей и гибридов представлен более чем 90 различных брендов и более 450 различными моделями [2], что делает их идентификацию по внешним признакам затруднительной.

Основной проблемой при ДТП транспортных средств с высоковольтными компонентами (далее – хEV) является наличие перезаряжаемой системы хранения электроэнергии (ПСХЭЭ), состоящей из литий-ионных аккумуляторов, суммарной емкостью от 60 до 150 кВтч. В случае аварийных ситуаций, связанных с перегревом, механическими повреждениями или неправильной эксплуатацией ПСХЭЭ, возможна инициация теплового разгона с последующим каскадированием, что приводит к воспламенению и всего автомобиля.

К частым причинам возгорания хEV относятся самовозгорание. При вождении основной причиной являются дорожно-транспортные происшествия при которых происходит повреждение силовой конструкции автомобиля и повреждение корпуса ПСХЭЭ. В стоящих хEV терморазгон происходит из-за нарушения функциональности каких-либо систем, где отдельно можно выделить возгорание при зарядке. Таким образом, склонность к самовозгоранию при нормальных условиях зарядки, парковки и движения из-за теплового разгона ПСХЭЭ делает возгорание электромобиля уникальным и сильно отличающимся от возгорания транспортных средств с традиционными энергоустановками [3].

Типичные несчастные случаи с возгоранием электромобилей в последние годы (рисунок 2) : А) электромобиль Renault-Samsung модели SM3.Z.E загорелся во время движения 15 января 2016 г. в Корее; б) автобус с тяговым электроприводом загорелся на зарядной станции 26 апреля 2015 года в Шэньчжэне, Китай, этот автобус не находился на зарядке; в) Tesla Model S начала дымить во время движения 15 июня 2018 года в Калифорнии, США, огонь удалось потушить израсходовав 1135 литров воды и пены ; д) пожар электромобиля произошел на стоянке 20 мая 2018 года, Ханчжоу, Китай.



Рисунок 2 - Случаи с возгоранием электромобилей

Таким образом ПСХЭЭ является главным источником возгорания хEV. Механизмы теплового разгона аккумуляторов, а также случаи воспламенения аккумуляторов, риски и опасности рассмотрены в работах [4,5,6,7]. В этих обзорах подчеркивались характеристики безопасности материала и химического состава батареи, а также обобщались последние научные данные о динамике возгорания батареи. Тем не менее, общий риск возникновения пожара и опасность хEV до сих пор плохо изучены. Огневые испытания крупногабаритных аккумуляторных батарей для электромобилей и полномасштабных электромобилей дороги и практически не публикуются.

Рассмотрев материалы о статистике и причинах возгорания, можно сделать вывод, что идентификация хEV необходима как минимум, чтобы проинформировать окружающих и службы экстренного реагирования о рисках появления задымления или открытого огня, с целью правильного выбора механизмов ликвидации последствий. Также в материалах описаны случаи повторного возгорания поврежденных хEV или случаи отложенного терморазгона после незначительных ДТП.

#### **Риски и особенности пожаров с участием хEV**

В рамках доклада на МАНФ-2023 [8] были представлены результаты исследования химического состава газов, выделяющихся из электролита литий-ионных аккумуляторов в

ходе теплового воздействия (Таблица 2). Данные газы при большой концентрации и продолжительном тепловом разгоне ЛИА способны детонировать, при этом плотность выделяемых газов высокая, что серьезно затрудняет видимость при работе на объектах с ЛИА.

Таблица 2 - Газы выделяющиеся из электролита литий-ионных аккумуляторов различных химических систем в ходе теплового воздействия.

Тип химии	Концентрация, об.%							
	Метан	Этилен	Этан	Пропилен	Пропан	Водород	CO <sub>2</sub>	CO
NMC	2,3	9	1,2	0,03	0,57	28,7	34,6	23,6
LTO	-	6	66,6	-	-	3,8	23,6	-
LFP	2,8	15,9	1,78	0,05	1,29	49,2	21,3	7,5

Другие исследования [9] иных литий-ионных аккумуляторов также подтверждают наличие огнеопасных газов в различных концентрация при трех основных причинах воспламенения: при перегреве, при перезаряде и при механических повреждениях (рисунок 2).

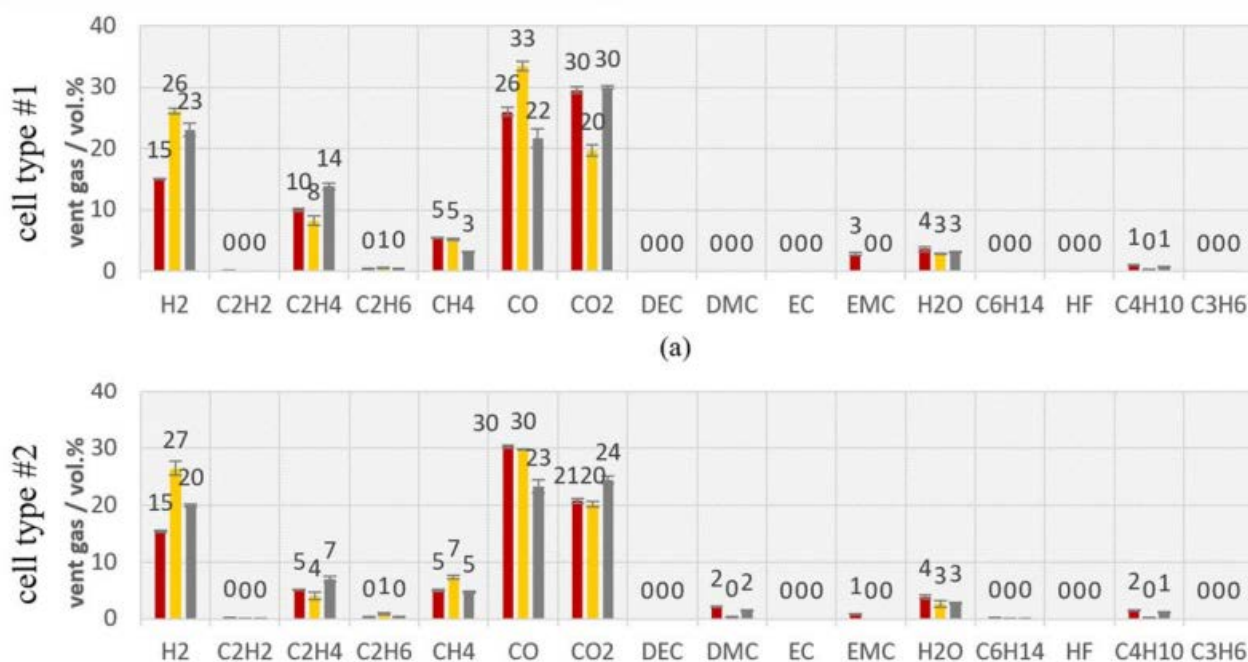


Рисунок 2 - Состав выпускаемого газа в объемных процентах после перегрева (красные), перегрузки (желтые) и проникновения гвоздя (серые) эксперименты по сравнению автомобильных аккумуляторов типа 1 (пакет) и 2 (призматический).

При этом температура вспышки (самая низкая температура, при которой пары летучего вещества могут воспламениться при наличии источника воспламенения) имеют следующие значения: H<sub>2</sub>: -253°C, этилен: -136 °C, метана: -188 °C, этана: -135 °C. Но значения температур самовоспламенения (температура, при которой материал самопроизвольно воспламеняется в обычной атмосфере без внешнего источника воспламенения) значительно выше: H<sub>2</sub>: 585°C, этилена: 450°C, метана: 580°C, этана: 472°C. Соответственно, при тепловом разгоне, в ходе которого температура ЛИА повышается до 700°C, происходит неотвратимы процесс воспламенения всех выделяемых газов, что в замкнутом пространстве может привести к взрыву. Следовательно места хранения поврежденных xEV и места для их зарядки должны

иметь обязательные датчики-газоанализаторы и системы аварийной вентиляции, чтобы не допустить застаивания большого количества взрывоопасных газов.

На основании вышеизложенного можно составить предварительный порядок действий при аварийных ситуациях с хЕV в виде четырех основных направлений:

- идентификация
- ликвидация последствий ДТП хЕV в соответствии с рекомендациями производителя
- транспортировка поврежденного хЕV в места хранения
- хранение поврежденного хЕV.

### **Идентификация**

Выше было обозначено, что в России около 1 300 000 транспортных средств, которые используют газобаллонное оборудование для приведения ТС в движение. Транспортные средства с такой системой питания категорий М2, М3 в соответствии с ТР ТС 018/2011 [10] маркируются специализированными наклейками, указывающих на тип газообразного топлива, что соответствует требованиям Правил ООН №67 и №110 (рисунок 3).



Рисунок 3 – Идентификационные наклейки для автомобилей с газобаллонным оборудованием.

Анализ мирового опыта применения идентификации хЕV показал, что есть несколько основных направлений:

- идентификация через номерные знаки (зеленого, синего цвета или буквенные комбинации);
- различные этикетки, наклейки;
- маркировка в соответствии с ISO 17840-4

За исключением маркировки, предложенной в ISO 17840-4, остальные способы преследуют контроль за получением льгот владельцами хЕV и к обеспечению дополнительных мер безопасности не имеют никакого отношения. Как правило, номерные знаки находятся на передней и задней части транспортного средства и в случае ДТП приходят в негодность и снижают возможность идентификации. На рисунке 4 представлены статистические данные анализа транспортных средств, которые показывают, что, по статистике, наибольшая деформация наблюдается именно в передней и, в меньшей степени, в задней частях транспортного средства. Но наиболее целыми остаются зоны непосредственно вокруг салона.

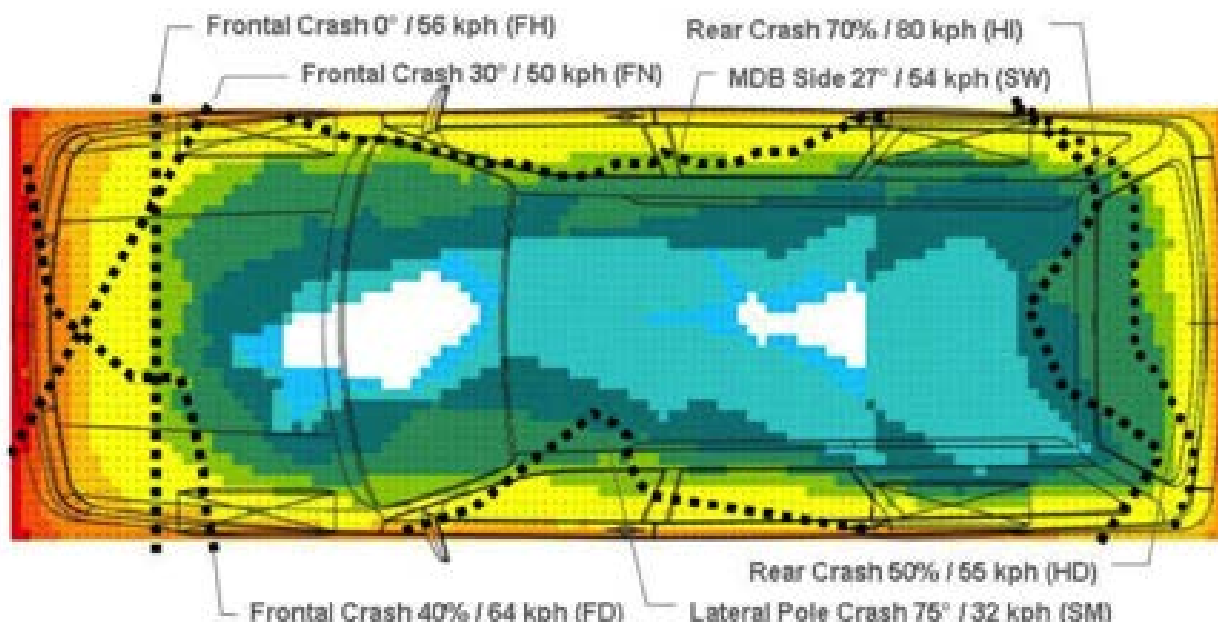


Рисунок 4 – Статистические данные повреждения транспортных средств в ДТП

Маркировка, предложенная Международной ассоциацией пожарных служб (СТИФ) в рамках стандарта ISO 17840-4 (рисунок 5), уже вводится в обращение и одобрена в рамках 193 сессии (WP.29) Всемирного форума по гармонизации правил в области транспортных средств как предложение по поправкам к Правилам ООН №100-4 (транспортные средства с электроприводом), касающееся идентификации транспортных средств с электрическим приводом [11]. Стандарт на основе ISO 17840-4 в виде идентичного ГОСТ ИСО 17840-4-2023 «Автомобильные транспортные средства. Информация для экстренных оперативных и аварийно-спасательных служб. Часть 4. Идентификация источника энергии, приводящего в движение транспортное средство» действует с июля 2024 года в следующих государствах: Армения, Беларусь, Киргизия, Россия, Таджикистан, Узбекистан.



Рисунок 5 – Идентификационная наклейка для xEV

В Российской Федерации провели ряд экспериментов (рисунок 6) по маркировке легковых транспортных средств категории М1, в ходе которого было выявлено, что наиболее актуальным является расположение идентификационных наклеек на остеклении автомобиля в соответствии со схемой, представленной на рисунке 7а. Такое решение было вынесено на обсуждение Рабочая группа по пассивной безопасности (GRSP) Всемирного форума по согласованию правил в области транспортных средств (WP.29) в рамках 73 и 74 сессий, но было отправлено на доработку, поскольку размещение наклеек в зонах обзора водителя должно быть согласовано с другой рабочей группой по обеспечению безопасности транспортных средств. Российской Федерацией проработан вариант о смещении идентификаторов с зоны переднего остекления, что не должно вызвать проблем при согласовании (рисунок 7б).



Рисунок 6 – Проведение эксперимента по маркировке xEV

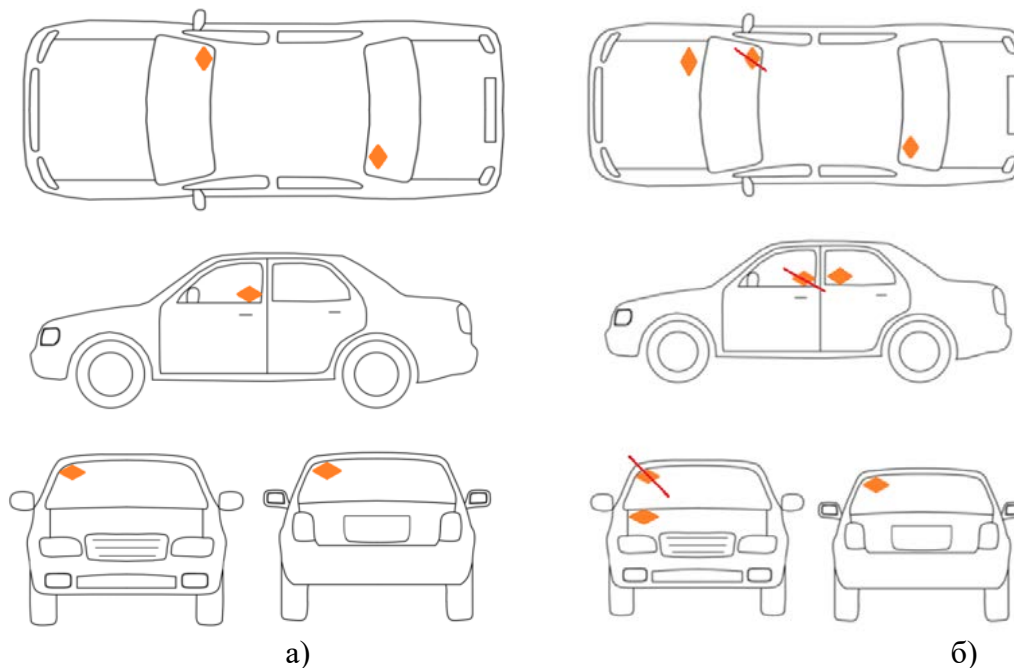


Рисунок 7 – Размещение идентификационных наклеек xEV

На сегодняшний день, работа в данном направлении и внедрение идентификационных наклеек в Российской Федерации поддержано ведущими институтами МЧС России: Всероссийским научно-исследовательским институтом по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, Всероссийским ордена «Знак Почета» научно-исследовательским институтом противопожарной обороны МЧС России (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), а также Государственным научным центром Российской Федерации ФГУП НАМИ и Пожарно-спасательным центром Москвы.

#### **Рекомендации по реагированию на происшествия с xEV.**

В рамках формирования единой технической политики в области проведения аварийно-спасательных работ (АСР) при ликвидации последствий ДТП, на территории Российской Федерации была проведена определенная работа и принята серия ГОСТ:

ГОСТ Р 22.8.12-2022 «Карта спасения для транспортного средства. Термины и определения. Общие требования к кодификации, маркировке и идентификации»;

ГОСТ ISO 17840 «Автомобильные транспортные средства. Информация для экстренных оперативных и аварийно-спасательных служб» в четырех частях.

Стандартами группы ГОСТ ISO 17840 утверждены требования к руководствам экстренного реагирования и картам спасения. Важно то, что данные руководства разрабатываются автопроизводителями всего мира в установленном систематизированном порядке как раз для применения аварийно-спасательными службами, следовательно, они имеют мировую гармонизацию и могут быть использованы службами спасения любого государства. Поэтому важно в каждой стране иметь систематизированную базу на государственном языке с целью правильного чтения рекомендация производителя по проведению АСР, изложенных в руководствах экстренного реагирования и картах спасения.

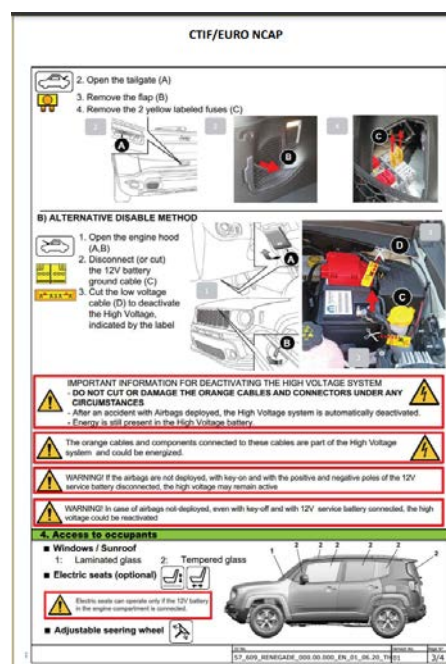
В большинстве стран мира используют два основных электронных портала руководств экстренного реагирования как в виде приложения для портативных компьютеров и смартфонов на Android и iOS, так и для персональных компьютеров на Windows - это Euro Rescue [12] и Ancap Rescue[13].

Для эффективного и безопасного проведения АСР, спасатели заблаговременно теперь могут получить необходимую информацию об аварийном автомобиле, в том числе о его конструктивных особенностях, а именно: об основных узлах автомобиля; о количестве и расположении подушек безопасности, о количестве и расположении аккумуляторных батарей и возможности их отсоединения, о местах расположения топливопроводов и высоковольтных линий, о наличии преднатяжителей ремней безопасности, о расположении силовых элементов кузова автомобиля и прочих элементов конструкции, которые могут повлиять на проведение АСР [14].

В соответствии с ГОСТ ISO 17840-3-2023 руководство экстренного реагирования в обязательном порядке должны содержать информацию, приведенную на рисунке 8а строго в указанном порядке. Пример фрагмента руководства по экстренному реагированию приведен на рисунке 8б.

0. Спасательная карта(ы)
1. Идентификация/распознавание RGB: 191,191,191
2. Обездвиживание/стабилизация/подъем RGB: 204,255,204
3. Отключение прямых опасностей/регулирование безопасности RGB: 255,204,0
4. Доступ к пострадавшим RGB: 102,255,51
5. Хранение энергии/жидкостей/газа/твердых веществ RGB: 255,255,0
6. В случае пожара RGB: 255,0,0
7. В случае затопления RGB: 0,0,255
8. Буксировка/транспортировка/хранение RGB: 255,204,153
9. Важная дополнительная информация RGB: 141,179,226
10. Разъяснение используемых пиктограмм

а)



б)

Рисунок 8 – Оглавление и фрагмент руководства по экстренному реагированию в соответствии с ГОСТ ISO 17840-3-2023.

### Выводы.

Для повышения безопасности при эксплуатации и ликвидации последствий ДТП с xEV необходимо внедрять систему идентификации и вводить в обращения руководства по экстренному реагированию. При этом необходимо отметить, что использование руководств по экстренному реагированию не должно вызывать дополнительных вопросов по практической реализации предписанных в них инструкций у специалистов служб экстренного реагирования, следовательно, необходимо разработать учебно-методические материалы и провести практические семинары с использованием современных транспортных средств, узлов и агрегатов для отработки практических навыков.

1. В России зарегистрировано 90 тысяч электрокаров и гибридов // URL: <https://www.autostat.ru/infographics/58435/> (дата обращения 10.09.2024).
2. :Автомобильный сайт <https://auto.ru/rossiya/> (дата обращения 10.09.2024).
3. Sun, P., Bisschop, R., Niu, H. et al. A Review of Battery Fires in Electric Vehicles. *Fire Technol* 56, 1361–1410 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10694-019-00944-3>
4. Wang Q, Ping P, Zhao X, et al (2012) Thermal runaway caused fire and explosion of lithium ion battery. *J Power Sources* 208:210–224. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2012.02.038>
5. Wang Q, Mao B, Stoliarov SI, Sun J (2019) A review of lithium ion battery failure mechanisms and fire prevention strategies. *Prog Energy Combust Sci* 73:95–131. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2019.03.002>
6. Feng X, Ouyang M, Liu X, et al (2018) Thermal runaway mechanism of lithium ion battery for electric vehicles: a review. *Energy Storage Mater* 10:246–267. <https://doi.org/10.1016/j.ensm.2017.05.013>
7. Ouyang D, Chen M, Huang Q, et al (2019) A Review on the thermal hazards of the lithium-ion battery and the corresponding countermeasures. *Appl Sci Switz*. <https://doi.org/10.3390/app9122483>
8. А.Ф Колбасов/Вопросы безопасности эксплуатации и ликвидации последствий ДТП электромобилей и гибридов// МАНФ 2023, 18-19 октября 2023 года
9. C. Essl, A. W. Golubkov and A. Fuchs / Comparing Different Thermal Runaway Triggers for Two Automotive Lithium-Ion Battery Cell Types // *Journal of The Electrochemical Society* 2020; 167: 130542. DOI: 10.1149/1945-7111/abbe5a
10. TP TC 018/2011
11. Предложение по поправкам серии 04 к Правилам № 100 (транспортные средства с электроприводом) ECE/TRANS/WP.29/2024/41
12. Euro NCAP запускает «Euro Rescue»: бесплатную загружаемую информацию о спасательных операциях для спасателей // URL: <https://www.euroncap.com/en/about-euro-ncap/timeline/euro-ncap-launches-euro-rescue-free-downloadable-rescue-information-for-first-responders> (дата обращения 10.09.2024).
13. Приложение ANCAP Rescue // URL: <https://www.ancap.com.au/ancap-rescue-app> (дата обращения 10.09.2024).
14. Калюта В.В., Максименя Ю.А., Малашенко С.М., Куделевич Ю.А. /Ликвидация последствий дорожно-транспортных происшествий с применением аварийных карточек // актуальные проблемы пожарной безопасности материалы Международной XXXIV научно-практической конференции, посвященной 85-летию образования ФГБУ ВНИИПО МЧС России. Москва, 2022, Стр. 782-786

# TACTICAL APPROACHES TO PROTECTION AND RESCUE IN TRAFFIC ACCIDENT-INDUCED DISASTERS

Vladimir M. Cvetković<sup>1,2,3\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Disaster Management and Environmental Security, Faculty of Security Studies, University of Belgrade, Gospodara Vucica 50, 11040 Belgrade, Serbia; vmc@fb.bg.ac.rs;

<sup>2</sup> Scientific-Professional Society for Disaster Risk Management, Dimitrija Tucovića 121, 11040 Belgrade, Serbia.

<sup>3</sup> International Institute for Disaster Research, Dimitrija Tucovića 121, 11040 Belgrade, Serbia.

\* Correspondence: vmc@fb.bg.ac.rs

**Abstract:** This study delves into the complex challenges that arise when managing rescue operations in the aftermath of traffic accidents spanning various forms of transportation, including roads, railways, aviation, and waterways. Given the inherent complexity of traffic-related disasters, these events typically necessitate well-coordinated rescue strategies, involving the collaboration of multiple emergency services and the use of specialized equipment. The legal framework set forth by the Republic of Serbia plays a pivotal role in shaping the procedures and responsibilities within these rescue efforts, guiding the allocation of resources, enforcing safety protocols, and ensuring effective coordination between different agencies. Moreover, the incorporation of innovative technical solutions is critical in successfully extricating victims from perilous situations. This paper also underscores the vital importance of preventive measures, particularly in road traffic, which are mandated by national legislation. The establishment of specialized investigative bodies, such as the Traffic Accident Investigation Center, has greatly enhanced the systematic approach to preventing future incidents. By examining the various components of rescue operations, this research highlights the essential role of timely and efficient interventions in minimizing casualties and mitigating the broader impacts of traffic disasters.

**Keywords:** traffic accidents, disaster management, rescue operations, emergency response, transportation safety, legal framework, accident investigation, Serbia.

## TAKTIČKI PRISTUPI ZAŠTITI I SPASAVANJU U KATASTROFAMA IZAZVANIM SAOBRAĆAJNIM NEZGODAMA

Vladimir M. Cvetković<sup>1,2,3\*</sup>

<sup>1</sup> Katedra za upravljanje vanrednim situacijama i bezbednost životne sredine, Fakultet bezbednosti, Univerzitet u Beogradu, Gospodara Vučića 50, 11040 Beograd, Srbija; vmc@fb.bg.ac.rs;

<sup>2</sup> Naučno-stručno društvo za upravljanje rizicima u vanrednim situacijama, Dimitrija Tucovića 121, 11040 Beograd, Srbija.

<sup>3</sup> Međunarodni institut za istraživanje katastrofa, Dimitrija Tucovića 121, 11040 Beograd, Srbija.

\* Korespondencija: vmc@fb.bg.ac.rs

**Apstrakt:** Ova studija istražuje složene izazove koji nastaju prilikom upravljanja spasilačkim operacijama nakon saobraćajnih nezgoda u različitim oblicima saobraćaja, uključujući drumski, železnički, vazdušni i plovni saobraćaj. S obzirom na inherentnu složenost katastrofa vezanih za saobraćaj, ovi događaji obično zahtevaju dobro koordinisane spasilačke strategije, koje podrazumevaju saradnju više službi hitne pomoći i upotrebu specijalizovane opreme. Pravni okvir koji je uspostavila Republika Srbija igra ključnu ulogu u oblikovanju procedura i odgovornosti u ovim spasilačkim naporima, usmeravajući raspodelu resursa, sprovođenje sigurnosnih protokola i obezbeđujući efikasnu koordinaciju između različitih agencija. Pored toga, uvođenje inovativnih tehničkih rešenja od suštinskog je značaja za uspešno izvlačenje žrtava iz opasnih situacija. Ovaj rad

takođe naglašava vitalnu važnost preventivnih mera, posebno u drumskom saobraćaju, koje su propisane nacionalnim zakonodavstvom. Osnivanje specijalizovanih istražnih tela, poput Centra za istraživanje saobraćajnih nezgoda, značajno je unapredilo sistematski pristup u sprečavanju budućih incidenata. Ispitivanjem različitih komponenti spasilačkih operacija, ovo istraživanje ističe ključnu ulogu pravovremenih i efikasnih intervencija u smanjenju broja žrtava i ublažavanju šireg uticaja saobraćajnih katastrofa.

**Ključne reči:** saobraćajne nezgode, upravljanje katastrofama, spasilačke operacije, hitni odgovor, bezbednost u saobraćaju, pravni okvir, istraživanje nezgoda, Srbija.

## ТАКТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ЗАЩИТЕ И СПАСЕНИЮ ПРИ ДТП

*Владимир М. Цветкович*

Кафедра управления в ЧС и охраны окружающей среды, Факультет безопасности, Университет в Белграде

Научно-практическое общество по управлению рисками в чрезвычайных ситуациях, Белград, Сербия

Международный институт по исследованию катастроф, Белград, Сербия

**Аннотация:** Данное исследование рассматривает сложные проблемы, возникающие при управлении спасательными операциями после дорожно-транспортных происшествий в различных видах транспорта, включая дорожный, железнодорожный, воздушный и водный транспорт. Учитывая врожденную сложность транспортных катастроф, такие события обычно требуют хорошо координированных спасательных стратегий, которые включают сотрудничество различных служб экстренной помощи и использование специализированного оборудования. Правовая основа, установленная Республикой Сербия, играет ключевую роль в формировании процедур и обязанностей в оде спасательных работ, направляя распределение ресурсов, внедрение протоколов безопасности и обеспечивая эффективную координацию между различными органами. Более того, внедрение инновационных технических решений имеет основополагающее значение для успешного извлечения пострадавших. В данной работе также подчеркивается жизненно важное значение профилактических мер, особенно в дорожном транспорте, которые предписаны национальным законодательством. Создание специализированных исследовательских органов, таких как Центр по исследованию дорожно-транспортных происшествий, значительно улучшило системный подход к предотвращению будущих инцидентов. Изучая различные компоненты спасательных операций, данное исследование подчеркивает ключевую роль своевременных и эффективных вмешательств в снижении числа жертв и смягчении последствий ДТП.

**Ключевые слова:** дорожно-транспортные происшествия, управление катастрофами, спасательные операции, экстренный ответ, безопасность на транспорте, правовая основа, исследование происшествий, Сербия.

### 1. Introduction

Traffic-related disasters encompass a broad spectrum of incidents that can be both severe and extensive, spanning across roadways, rail systems, air travel, and water transportation networks (Cvetković, 2020; Cvetković, 2024b; Sam, Blay, Antwi, Anaafi, & Adoma, 2019). These disasters can lead to significant and widespread repercussions, affecting not only the individuals directly involved but also broader societal structures (Cvetković, 2023; Cvetković & Nikolić, 2023; Cvetković et al., 2023; Cvetković & Šišović, 2024; Zheng, Wang, Zhu, & Jiang, 2020). Transportation is undeniably a fundamental pillar of everyday life, playing a vital role in the continuity and functionality of any living environment (Qin, Zhang, Jiang, Du, & Liu). This necessity is on par with

other critical aspects of life, such as employment, housing, and recreation, all of which contribute to the overall well-being and survival of communities (Cvetković, 2020, p. 123). Furthermore, Lipovac (2008, p. 4) provides a specific definition of road traffic accidents, describing them as events occurring on roads or other areas accessible to traffic, involving at least one moving vehicle. These incidents result in either physical injury to individuals or damage to property (Cvetković & 2013; Cvetković & Milašinović, 2017; Cvetković & Svrđlin, 2020; Kumar, Lang, Ziar, & Singh, 2022). While many accidents might have limited effects in terms of health, economic consequences, and social impact, there are certain events, by virtue of their severity, that escalate to the level of full-scale disasters (Grozđanić & Cvetković, 2024; Sretenović, Cvetković, & Milkovski, 2024).

The Law on the Investigation of Accidents in Air, Railway, and Waterway Transport (Official Gazette of the Republic of Serbia, 83/2018) delineates definitions for various traffic-related disasters (Article 3). Specifically: a) a railway traffic accident pertains to an incident connected with train operations or shunting activities that compromises traffic safety. These incidents are often characterized by unexpected or undesired events, or even a series of such occurrences, leading to detrimental outcomes such as collisions, derailments, level crossing incidents, accidents involving individuals struck by moving railway vehicles, fires, and other similar consequences; b) a serious air traffic incident is defined by the presence of circumstances that suggest a high probability of an accident occurring. This definition applies to crewed aircraft from the moment an individual boards with the intention to fly until all passengers have disembarked. In the case of uncrewed aircraft, the incident timeframe extends from when the aircraft is ready to commence takeoff until it comes to a complete stop and the propulsion system has been shut down; c) a serious maritime accident refers to incidents that transpire at sea and may involve fires, explosions, collisions, groundings, impacts, or structural failures. These incidents result in severe operational disruptions, extensive damage to the vessel's superstructure or hull, rendering the vessel unseaworthy, or causing significant environmental contamination through the release of over 50 tons of oil, petroleum derivatives, or other hazardous materials. Such damage often necessitates towing or other forms of assistance from shore-based facilities; d) a serious inland waterway accident describes an extraordinary event occurring on navigable inland waters. Such incidents take place during navigation or the utilization of a vessel, waterway, or related infrastructure, leading to the total loss of the vessel, fatalities, serious injuries, or significant environmental damage, often due to the release of over 50 tons of oil, petroleum products, or other dangerous substances; e) an air traffic accident involves any event related to aircraft operations. For crewed aircraft, this period extends from the time an individual boards the aircraft with the intention of flying until all passengers have disembarked. For uncrewed aircraft, it encompasses the timeframe from when the aircraft is prepared for movement before takeoff until it has come to a full stop, and the propulsion system has been deactivated (Cvetković, 2024b).

A thorough analysis of numerous traffic accidents across road, rail, air, and water transportation systems reveals several critical factors that are essential for protection and rescue operations. These factors include: a) the occurrence of a large number of injuries and fatalities; b) the necessity of strictly adhering to established protection and rescue protocols due to the inherent complexity and danger of such situations; c) the presence of multiple hazards that pose risks to both victims and rescuers within the accident area; d) the deployment of a wide range of general and specialized equipment to effectively address the situation; e) the need for efficient and coordinated collaboration among various emergency response and rescue services; f) the provision of logistical, administrative, and technical support to ensure the success of operations; and g) the importance of implementing innovative technical solutions to facilitate the rescue of individuals, among other considerations (Cvetković, 2024b).

## **2. Comprehensive Organizational Strategies and Protective Measures for Traffic Accident Induced Disasters**

The Law on Road Traffic Safety (Official Gazette of the Republic of Serbia, 128/2020, Article 1) defines preventive and protective measures in road traffic within a comprehensive legal

framework. This legislation is designed to ensure the secure functioning of road transportation systems. It thoroughly regulates every aspect of road safety, covering the organization of traffic systems, the application of traffic laws, and the expected behavior of all participants in road traffic. The law also specifies the duties and responsibilities of authorities responsible for traffic safety. Additionally, it addresses various traffic restrictions, the proper utilization of traffic signals and signs, and the adherence to rules established for all road users. The law outlines the criteria that drivers must satisfy to legally operate vehicles, the processes for driver education and licensing, and the technical standards vehicles need to meet. It also governs vehicle registration and inspection procedures. Moreover, it includes special measures and grants specific powers to traffic safety officers, alongside other critical aspects necessary for maintaining safety on the roads (Cvetković, 2024b).

Beyond these legal measures, contemporary passenger vehicles come equipped with sophisticated safety technologies aimed at minimizing the impact of traffic accidents (Wang, Zhong, Ma, Abdel-Aty, & Park, 2020). For example, reinforced components within the wheels and chassis are designed to redirect and absorb impact forces during collisions. Additionally, vehicles are fitted with crumple zones that efficiently distribute crash energy, reducing the force felt by passengers. Reinforcements in the roof, doors, and structural pillars provide further protection in case of accidents. Other advanced safety systems, such as airbags and seatbelt pretensioners, play crucial roles in enhancing passenger protection. The use of specialized laminated glass helps to reduce the risk of injuries from shattered windows. These innovations in automotive safety represent significant strides toward reducing both the frequency and severity of injuries in traffic incidents (Cvetković, 2024b).

The creation of the Traffic Accident Investigation Center in Serbia marked a pivotal step forward in establishing a systematic approach to accident investigation and prevention. This Center operates as an independent entity with the authority to conduct thorough investigations into serious incidents across multiple transportation modes, including air, rail, and water transport, as well as significant maritime accidents. Located in Belgrade, the Center operates independently, both financially and operationally, from the government bodies that oversee air, rail, and waterway traffic. Furthermore, it maintains independence from any legal or natural persons whose interests could potentially conflict with the Center's mandate to conduct unbiased investigations. This autonomy allows the Center to carry out its work free from external influences, focusing on enhancing transportation safety through its investigative efforts (Official Gazette of the Republic of Serbia, 29/2018) (Cvetković, 2024b).

At the heart of the Center's organizational structure is the position of the Chief Investigator, who acts as the head of this specialized institution. The Chief Investigator is appointed by the Government for a five-year term based on the Prime Minister's recommendation. To be considered for this role, candidates must possess substantial experience—at least nine years of professional work in air, rail, or water transport, with a minimum of three years dedicated specifically to safety operations and accident investigations. Supporting the Chief Investigator is a team of specialized deputies, each concentrating on a different transportation mode—air, rail, and water. This hierarchical structure ensures that the Center is equipped with the necessary expertise across all sectors of transportation, enabling it to effectively address the complex challenges posed by various types of accidents and incidents (Official Gazette of the Republic of Serbia, 29/2018, Article 6).

The Center is tasked with a broad array of responsibilities, as stipulated in the relevant legislation (Official Gazette of the Republic of Serbia, 29/2018, Article 7). In the realm of air transport, the Center's primary duty is to uncover the root causes of accidents and serious incidents. By identifying these causes, the Center can offer targeted safety recommendations designed to prevent similar occurrences in the future, thereby enhancing overall air traffic safety. The Center maintains an extensive database of air traffic accidents and incidents, which it analyzes in detail. The results of these analyses are shared with the European Commission's central database and other relevant national and international investigative bodies, ensuring that safety lessons are widely disseminated. Additionally, the Center actively participates in international conferences and seminars, sharing its research findings and continuously engaging in professional development (Cvetković, 2024b).

In railway transport, the Center's role involves investigating major accidents within the railway system to determine their underlying causes and recommend improvements for enhancing safety. The

Center is also responsible for examining other incidents that, while not immediately serious, have the potential to escalate into more severe accidents if left unaddressed. By compiling a comprehensive database of railway accidents and incidents, the Center is able to identify trends, produce detailed reports, and issue safety recommendations. These findings are shared with the European Railway Agency (ERA) and made publicly available, contributing to broader efforts to enhance railway safety across Europe. The Center's involvement in international safety forums and professional development activities ensures that it stays at the forefront of best practices in railway accident investigation (Cvetković, 2024b).

In the maritime and inland waterway sectors, the Center carries out safety investigations into serious maritime accidents and incidents with the aim of identifying their causes and proposing preventive measures. The Center's work focuses particularly on very serious maritime accidents, especially those that pose significant threats to safety and the environment. The Center collaborates with international organizations by sharing findings through the European Marine Casualty Information Platform (EMCIP) and contributing to global efforts to improve maritime safety. In the context of inland waterway transport, the Center's investigations target serious accidents, with an emphasis on preventing future incidents through the issuance of safety recommendations. The Center's reports and findings are made available to the relevant authorities, ensuring transparency and accountability in its investigative work (Cvetković, 2024b).

As part of its mission, the Center issues safety recommendations based on the data analysis and results of its investigations. These recommendations are intended to improve safety practices across all transportation sectors but are not used to assign legal liability for accidents or incidents. The recommendations are directed to the Directorate and, when necessary, to other relevant authorities and organizations in Serbia, as well as to international bodies. It is the responsibility of the Directorate and these entities to consider and act upon the recommendations. Furthermore, organizations receiving safety recommendations are required to submit annual reports to the Center, detailing the measures they have implemented or plan to implement based on the recommendations made in the previous year (Official Gazette of the Republic of Serbia, 29/2018, Article 35) (Cvetković, 2024b).

### **3. Coordinated Rescue Operations Management in Traffic Accident-Induced Disasters**

Rescue operations that involve freeing individuals from severely damaged vehicles are recognized as some of the most intricate and demanding tasks faced by emergency responders. The Law on the Investigation of Accidents in Air, Railway, and Water Transport (Official Gazette of the Republic of Serbia, 83/2018) establishes a detailed legal framework that governs the investigation of accidents and significant incidents across various modes of transport. This framework defines the scope of responsibilities and the authority granted to investigative bodies, as well as the procedures to be followed during investigations involving air, rail, and water transport accidents, including serious maritime and inland waterway incidents (Cvetković, 2024b).

In the context of rail transport, managing incidents can be particularly challenging for those directing rescue operations, especially when large numbers of passengers are involved and when the structural steel components of trains become heavily deformed, making them difficult to cut or manipulate. A notable example of such complexity is the tragic derailment of a passenger train near Bioča, Montenegro, in 2006, which resulted in 47 fatalities and approximately 200 injuries. Incidents of this magnitude necessitate the deployment of extensive emergency response and rescue teams, armed with a broad array of general and specialized tools (Cvetković, 2024b).

Rail accidents become even more complex when they occur in challenging environments, such as tunnels, bridges, or other hard-to-reach locations, significantly complicating rescue efforts. The presence of hazardous materials transported by train introduces additional risks, requiring not only the execution of rescue operations but also the identification and neutralization of dangerous substances. Safety protocols must be strictly adhered to, and timely communication with the public about potential dangers is crucial. Before any rescue operation can commence, it is essential that responders ensure the proper use of personal protective equipment and take measures to prevent

further harm to the injured. It is also vital to confirm that the electrical power has been disconnected, the contact network de-energized, and adequate grounding established (Cvetković, 2024b).

The Regulation on the Investigation of Accidents in Railway Transport (Official Gazette of the Republic of Serbia, 58/2019) provides detailed guidelines for reporting rail accidents and incidents and outlines the steps involved in the investigation process, which is overseen by the Traffic Accident Investigation Center. This regulation also addresses the implementation of safety recommendations and the ongoing monitoring of their effectiveness. When an accident or incident is reported, a decision is made regarding the necessity of an on-site investigation, based on the initial report's details. The Traffic Accident Investigation Center and relevant authorities are tasked with completing the on-site investigation as efficiently as possible, allowing the infrastructure manager to quickly repair any damage and restore normal rail operations (Articles 6 and 7).

Investigating railway transport accidents involves several critical tasks. In the event of a collision or near-collision of trains, investigators document all locomotives and rail cars involved, assess the condition of the braking systems—including indicators, whether brake pads are engaged or released, and their positioning on the wheels—and evaluate the braking methods used by the train. Additionally, speedometers on locomotives are inspected to verify functionality, and speedometer recordings are analyzed to determine if any emergency braking or abrupt movements occurred during the journey. The condition of the locomotives prior to the accident is assessed, along with the number of individuals present in the control cabin with the train operator, among other factors (Cvetković, 2024b).

During traffic accidents, the leaders of rescue operations must be thoroughly acquainted with the safety and protective features of modern vehicle technologies. When extricating individuals from vehicles, hydraulic shears must be correctly positioned with the blades fully opened. Special care should be taken regarding airbags that may deploy post-collision if they have not yet activated. To mitigate this risk, rescuers should secure the steering wheel with protective covers. When using hydraulic cutting tools, it is recommended to cut at a 90-degree angle relative to the axis of the object being cut. Strict safety protocols must be observed, including: a) only one person should operate the hydraulic tool at a time; b) rescue teams must be well-trained and familiar with general safety procedures when using cutting tools; and c) after the rescue operation is completed, all tools must be thoroughly cleaned, lubricated, and stored properly for future use (Cvetković, 2024b).

Various scenarios necessitate rescue operations to mitigate the consequences of traffic accidents, including vehicle collisions, rollovers, accidents at rail crossings, hazardous material spills, vehicle fires, vehicles that have fallen off steep slopes, vehicles buried by avalanches, and vehicles submerged in water. Conducting emergency rescue operations at vehicle accident sites requires specialized equipment, such as fire extinguishers, tools, and machinery for lifting and moving heavy objects, cutting metal, and freeing trapped structures. Additional equipment includes tools for locating victims and vehicles, lighting and communication devices, first aid kits, evacuation equipment, life support systems for underwater operations, and tools for collecting and decontaminating hazardous materials. Depending on the accident's specific circumstances, equipment for rescuing people from heights or difficult terrain may also be necessary. Different rescue teams may be deployed based on the incident's characteristics (Kusainov, 2013). In traffic accidents, emergency rescue sites are typically divided into three zones. The first zone, within a 5-meter radius of the accident, is where specialists involved in direct victim assistance are positioned. The second zone, extending to a 10-meter radius, houses other rescue team members who ensure the readiness of emergency equipment. The third zone, located beyond 10 meters from the accident, contains transport vehicles for rescuers, lighting, fencing, and additional emergency technical equipment (Cvetković, 2024b; Кусайнов, 2013).

The incident commander, who manages all personnel and technical resources during the operation, plays a crucial role in coordinating the response. This individual is usually appointed at the start of the operation, and all units reporting to the scene are required to coordinate with them. The incident commander organizes the workflow, ensures personnel safety, and secures the necessary rescue equipment. If a rescue team leader or traffic police officer arrives at the scene before the designated commander, they take temporary control of the operation until the commander arrives. Key responsibilities of the commander include conducting an on-site assessment, organizing the

immediate rescue of victims while preventing panic, utilizing resources effectively, determining the course of action, allocating tasks to sub-units, and ensuring the completion of all assigned tasks. The primary goal is to extricate the injured from the vehicle and provide first aid. If necessary, a medical aid station should be established at the scene. The commander must also maintain communication with the dispatch center, providing updates on the situation and the resources used or needed, with ongoing communication throughout the operation (Cvetković, 2024b; Кусаинов, 2013).

In the early stages of rescue operations, efforts focus on helping victims who are not fully trapped but are stuck in deformed vehicle cabins and can be extracted through open windows, hatches, or doors, either independently or with the aid of rescuers. Bent vehicle parts are then loosened, and metal components are cut or removed as necessary (Yue, Abdel-Aty, Wu, & Wang, 2018). Openings may be created in the vehicle's body, roof, or floor, and in some cases, the entire roof may be removed. The vehicle might also be lifted with jacks or excavated from beneath to free trapped victims. Rescuers must remain alert throughout the operation and ready to extinguish any fires that may ignite, particularly when using powered tools (Cvetković, 2024b; Кусаинов, 2013).

In railway accidents, once rescuers have entered a train car—whether passenger or freight—they access the interior through secured entry doors that can be opened from the inside or outside. If doors are jammed, metal cutting tools and specialized equipment are used to clear a path. Rescuers use ladders or aerial ladders to enter through windows, employing other suitable tools as needed. In some situations, rescuers may be pulled through windows, while in others, sharp glass fragments must first be cleared. Once inside, rescuers begin locating and aiding injured passengers. When victims are trapped under vehicles, heavy-duty cranes may be employed to lift the vehicles and free the individuals beneath. In some cases, tunnels must be dug, or structural barriers cut through to access victims. Fires in train cars pose significant risks to passengers, as flames can spread quickly through the interior, structural voids, and ventilation systems (Cvetković, 2024b; Кусаинов, 2013).

Rescuers have several critical duties when responding to fires in passenger trains. These include quickly locating and evacuating passengers to a safe location, searching for any passengers who may have fled the train, and extinguishing the fire. Snow, landslides, rockslides, avalanches, mud, and water can also cause passenger trains to halt unexpectedly. In such instances, rescuers must locate the victims, free them, and provide necessary assistance. When firefighters and rescuers are dispatched to railway fire incidents, their main responsibilities are assisting victims, extinguishing the fire, protecting nearby trains and infrastructure, and preventing environmental damage (Cvetković, 2024b).

When tankers containing flammable liquids catch fire, flames can reach heights of 40-50 meters, and the fire may spread over an area of more than 150 square meters. In these situations, it is essential to cool the tanks with water. The tank's lid should be secured beneath the barrel cover, or a tarp placed over it if vapors ignite above the tank's open throat. Spilled liquids should be directed into trenches or absorbed into the ground to mitigate risk, after which they can be safely collected. If multiple tanks are burning simultaneously, the focus must be on cooling the tanks and ensuring the safety of nearby vehicles and structures (Cvetković, 2024b; Кусаинов, 2013).

If there is a risk of fire spreading to adjacent trains, the burning tank must be relocated to a safe area and promptly neutralized. Firefighting efforts should be conducted from protected positions, especially when dealing with compressed or liquid gas cylinders. While it may be difficult to prevent gas flare-ups entirely, controlled burning is permissible as long as the tank is continuously cooled with water to reduce the risk of explosion. When fires involve trains carrying toxic, poisonous, or explosive materials, specific actions must be taken: relocate the burning train to a safe area, extinguish the fire with powerful water jets, coordinate efforts with those overseeing the cargo, and cover the barrel with a tarp. When multiple tanks are burning, cooling and protecting nearby vehicles and tanks are the priorities (Cvetković, 2024b; Кусаинов, 2013).

In the event of an aircraft accident near an airport, the airport management is immediately responsible for organizing search and rescue operations for the crew and passengers, involving aviation units and other relevant services, such as fire-rescue, medical, engineering, transport, and police teams. The primary action typically involves evacuating passengers from the aircraft. According to the International Civil Aviation Organization (ICAO), during an aircraft accident, all

passengers must use emergency exits on one side of the aircraft's fuselage, and they must complete the evacuation within 90 seconds (Cvetković, 2024b).

Planning rescue operations for aircraft fires requires consideration of several critical factors, such as the rapid increase in carbon dioxide levels inside the cabin, which can reach fatal concentrations within 2-3 minutes of the fire starting (Furlan et al., 2020). Cabin temperatures can also rise sharply, necessitating firefighting operations to be conducted using protective insulation gear. It is crucial to evacuate passengers while simultaneously fighting the fire from the windward side. Due to the permeability of various openings, it is recommended to remove the aircraft doors first. If an aircraft emits a distress signal or an emergency beacon is triggered by the radio station, search and rescue operations are initiated. The same applies if the aircraft fails to reach its destination within 10 minutes of the scheduled arrival time and loses radio contact with the ground (Cvetković, 2024b; Куцаинов, 2013).

Search and rescue operations begin once orders are given for the aircraft to take off, and instructions are issued to start ground search and rescue efforts (Cvetković & Miljković, 2024; Cvetković & Miljković, 2024a, 2024b). Rescuers locate the crash site of the airplane or helicopter, and once on the ground, they start searching for survivors and transporting them to safe locations. These efforts can be complicated, as rescuers must ensure the survival of victims, protect them from the elements, and provide basic medical care. Once the bodies of the deceased are cleared from the disaster area, recovery operations, including the collection of remains for identification, can commence. If all passengers perished in the crash, rescuers are also responsible for locating and securing the bodies, recovering the "black boxes," and safeguarding any valuables. Apart from external inspections, confirming the aircraft's presence on the ground, and evacuating the injured and deceased, no further activities should occur at the crash site until the chief investigator arrives and initiates the accident investigation. Moving the aircraft before the investigative commission arrives is only permitted if the wreckage obstructs a railway, highway, river, or airport, hindering the safe movement of vehicles or aircraft on essential infrastructure (Cvetković, 2024b; Куцаинов, 2013).

Water-based accidents present unique challenges, given the variety of vessels with differing purposes, performance characteristics, and speeds; the dynamic nature of water as an element; the transportation of hazardous and harmful substances; and the difficulty of locating vessels in distress, often far from emergency rescue services. Rescue operations in waterborne accidents require coordinated efforts between various specialized teams, including search and rescue services and units that are specially trained and certified. Common causes of accidents in water transport include loss of stability, which can lead to capsizing, loss of buoyancy, collisions with other vessels or obstacles (such as reefs, underwater rocks, platforms, or icebergs), fires and explosions, and the release of hazardous materials from damaged vessels (Cvetković, 2024b; Куцаинов, 2013).

Each specific rescue operation requires the appointment of a search and rescue coordinator, who is responsible for overseeing the entire operation until it is completed or until it becomes evident that further efforts would be futile. This ensures unity of command throughout the process. The coordinator's duties include receiving and analyzing all available accident data, identifying the type of emergency equipment on the affected vessels, providing operational information regarding the water area and weather conditions, developing a detailed rescue plan, assigning commanders to the scene, coordinating search and rescue efforts, and organizing communication channels at the search site. The coordinator is also responsible for informing the head of the rescue coordination center about the action plan and ensuring coordination with neighboring rescue services. Additionally, they must oversee the delivery of necessary resources to the victims and maintain a chronological record of the rescue operation (Cvetković, 2024b; Куцаинов, 2013).

In the event of an air traffic accident, the Regulation on the Investigation of Accidents and Serious Incidents in Air Traffic outlines the procedures for conducting investigations, reporting accidents or serious incidents, providing information about individuals and hazardous materials aboard the aircraft, and maintaining databases of such incidents. The regulation also details the process for monitoring and implementing safety recommendations. When an investigation is initiated, details such as the location, date, and time of the accident or serious incident, the aircraft type and model, state of registration, registration number, crew information, fatalities, injuries, a brief

description of the accident, probable cause, and safety recommendations (if applicable) are all included in the notification (Cvetković, 2024b).

If an aircraft accident or serious incident occurs in a foreign country, and Serbia is the state of registration, design, manufacture, or operation, the Traffic Accident Investigation Center promptly acknowledges receipt of the notification and, upon request, provides the foreign country's competent authority with all available information about the aircraft and crew involved, as well as details about the designated authorized representative from the Center (Regulation, Article 5). The Center takes all necessary measures to read the aircraft's flight data recorders as soon as possible following the accident. If Serbia does not have the appropriate equipment for reading the flight data recorders, the Center will use equipment from a foreign country, considering the equipment's capabilities, the time required for the readings, and the equipment's location (Article 6).

## **Conclusion**

Effectively managing rescue operations in the wake of traffic accident-induced disasters requires a multifaceted and well-coordinated approach. This approach integrates legal frameworks, cutting-edge technical solutions, and the combined efforts of various emergency response agencies. Whether these disasters occur on roads, railways, in the air, or on waterways, they present a complex array of challenges. The sheer scale of potential casualties, coupled with hazardous conditions, makes these situations particularly difficult to handle. Therefore, the strict observance of safety protocols, the readiness of well-prepared rescue teams, and the deployment of specialized equipment are all crucial elements that cannot be overlooked.

In the Republic of Serbia, the legal foundation for organizing and executing rescue operations is laid out in the Law on the Investigation of Accidents in Air, Railway, and Waterway Transport. This legal structure defines the roles and responsibilities of various agencies, sets out clear investigative procedures, and ensures that accountability is maintained throughout the rescue and recovery process. Such a legal framework is indispensable for ensuring that all stakeholders work together seamlessly during high-stress, time-sensitive situations.

This paper also highlights the pivotal role of preventive measures, especially in road traffic, which remains the most frequent and dangerous mode of transportation. National laws not only dictate the safety standards that must be adhered to but also enforce the adoption of advanced safety technologies in vehicles. These innovations—ranging from reinforced vehicle structures to sophisticated airbag systems—have proven instrumental in reducing the severity of injuries and fatalities when accidents occur. However, despite these technological advancements, the unpredictable nature of traffic accidents underscores the ongoing need for preparedness and quick, well-coordinated responses to minimize harm.

The creation of specialized entities, such as the Traffic Accident Investigation Center, represents a major advancement in the systematic approach to accident investigation and prevention. These organizations play a crucial role in strengthening safety protocols across all modes of transport. Additionally, they provide key insights into the causes of accidents, which can then be used to inform future prevention strategies. By maintaining their operational independence and focusing on thorough investigations, these centers contribute to meaningful improvements in transportation safety. However, the effectiveness of rescue operations extends beyond legal frameworks and technical innovations. Success hinges on having well-trained and well-equipped rescue teams that can respond efficiently and effectively to a wide range of disaster scenarios. The deployment of these teams, often in hazardous and unpredictable environments, requires careful coordination to avoid adding further risks to both the rescuers and the victims. Strong inter-agency collaboration, clear communication channels, and robust logistical support are fundamental components of any successful rescue effort.

Moreover, this paper emphasizes the ongoing need for innovation in rescue operations. New technologies, such as advanced extrication tools and enhanced protective gear, are vital for addressing increasingly complex accident situations, particularly those involving hazardous materials. Incorporating these technologies into standard rescue practices can significantly improve the effectiveness of response efforts and lead to better outcomes for those affected by accidents.

traffic accident-induced disasters demand a strong and adaptable approach to rescue operations. By continually refining legal frameworks, advancing technical capabilities, and fostering collaboration among emergency response agencies, we can build a more resilient disaster management system capable of protecting lives and reducing the devastating impacts of these incidents. The lessons learned from past disasters should guide ongoing efforts to enhance disaster preparedness, response, and recovery, ultimately contributing to safer and more resilient transportation networks.

### References

1. Cvetković, S. M., & V. (2013). *Vulnerability of critical infrastructure by natural disasters*. Paper presented at the National critical infrastructure protection, regional perspective., Belgrade.
2. Cvetković, V. (2020). Upravljanje rizicima u vanrednim situacijama. Naučno-stručno društvo za upravljanje rizicima u vanrednim situacijama.
3. Cvetković, V. (2023). A Predictive Model of Community Disaster Resilience based on Social Identity Influences. *International Journal of Disaster Risk Management*, 5(2), 57–80. <https://doi.org/10.18485/ijdrm.2023.5.2.5>.
4. Cvetković, V. (2024a). Disaster Risk Management. Scientific-Professional Society for Disaster Risk Management, Belgrade.
5. Cvetković, V. (2024b). Essential Tactics for Disaster Protection and Resque. Scientific-Professional Society for Disaster Risk Management, Belgrade.
6. Cvetković, V., & Milašinović, S. (2017). Theory of vulnerability and disaster risk reduction. *Kultura Polisa*, 33(2), 217-228.
7. Cvetković, V., & Miljković, N. (2024). Challenges and Obstacles in the Use of Search and Rescue Dogs During Disaster Operations: A Case Study of the Earthquake in Turkey. *Preprints*, 2024071177.
8. Cvetković, V., & Nikolić, A. (2023). The Role of Social Media in the Process of Informing the Public About Disaster Risks. *Journal of Liberty and International Affairs*, 9(2), 104-119.
9. Cvetković, V., & Šišović, V. (2024). Understanding Community (Social) Disaster Resilience in Serbia: Demographic and Socio-Economic Impacts. *Sustainability*. 2024; 16(7):2620.
10. Cvetković, V., & Svrđlin, M. (2020). Vulnerability of women to the consequences of naturally caused disasters: the Svilajnac case study (Ugroženost žena od posledica prirodno izazvanih katastrofa: studija slučaja Svilajnac). *Bezbednost*, 62(3), 43-61.
11. Cvetković, V., Tanasić, J., Ocal, A., Živković-Šulović, M., Ćurić, N., Milojević, S., & Knežević, S. (2023). The Assessment of Public Health Capacities at Local Self-Governments in Serbia. *Lex localis - Journal of Local Self Government*, 21(4), 1201-1234.
12. Cvetković, V. M. (2024a). Empowering the Regional Network of Experts for Disaster Risk Management in the Western Balkans by the Scientific-Professional Society for Disaster Risk Management. Preprints 2024, 2024051043.
13. Cvetković, V. M. (2024b). In-Depth Analysis of Disaster (Risk) Management System in Serbia: A Critical Examination of Systemic Strengths and Weaknesses. Preprints 2024, 2024050762
14. Cvetković, V. M., Grozdanić, G., Milanović, M., Marković, S., & Lukić, T. (2024). Seismic Hazard Resilience in Montenegro: A Comprehensive Qualitative Analysis of Local Preparedness and Response Mechanisms. Preprints 2024, 2024050893.
15. Cvetković, V. M., & Miljković, N. (2024a). Evaluation of the Effectiveness of Search and Rescue Dogs in Finding Survivors During Disasters: The Case of Serbia, Croatia, and Slovenia. Preprints 2024, 2024070584
16. Cvetković, V. M., & Miljković, N. (2024b). Legal and Organizational Framework for the Use of Search and Rescue Dogs in Disasters: A Comparative Analysis between Serbia, Croatia, and Slovenia. Preprints 2024, 2024070841
17. Cvetković, V. M., & Šišović, V. (2024). Community Disaster Resilience in Serbia. Scientific-Professional Society for Disaster Risk Management, Belgrade.

18. Furlan, A. D., Kajaks, T., Tiong, M., Lavallière, M., Campos, J. L., Babineau, J., Vrkljan, B. (2020). Advanced vehicle technologies and road safety: A scoping review of the evidence. *Accident Analysis & Prevention*, 147, 105741.
19. Grozdanić, G., & Cvetković, M. V. (2024). Exploring Multifaceted Factors Influencing Community Resilience to Earthquake-Induced Geohazards: Insights from Montenegro. In: Scientific-Professional Society for Disaster Risk Management, Belgrade.
20. Grozdanić, G., Cvetković, V., Lukić, T., & Ivanov, A. (2024). Sustainable Earthquake Preparedness: A Cross-Cultural Comparative Analysis in Montenegro, North Macedonia, and Serbia. *Sustainability* 2024, 16, 3138.
21. Kumar, A., Lang, D. H., Ziar, H., & Singh, Y. (2022). Seismic Vulnerability Assessment of Non-Structural Components-Methodology, Implementation Approach and Impact Assessment in South and Central Asia. *Journal of Earthquake Engineering*, 26(3), 1300-1324.
22. Qin, X., Zhang, G., Jiang, H., Du, L., & Liu, H. (2022). *Emergency competence demands analysis of special equipment based on highway traffic incident emergency disposal in China*.
23. Sam, E. F., Blay, D. K., Antwi, S., Anaafi, C., & Adoma, J. A. (2019). Pre-hospital and trauma care to road traffic accident victims: experiences of residents living along accident-prone highways in Ghana. *Emergency Medicine and Trauma*, 10(34), 234-238.
24. Sretenović, D., Cvetković, V. M., & Milkovski, V. (2024). Taktika zaštite i spasavanja iz ruševina u urbanim sredinama. *Zbornik radova Naučno-stručnog društva za upravljanje rizicima u vanrednim situacijama (Collection of Papers, Scientific-Professional Society for Disaster Risk Management and International Institute for Disaster Research)*, 78-105.
25. Wang, L., Zhong, H., Ma, W., Abdel-Aty, M., & Park, J. (2020). How many crashes can connected vehicle and automated vehicle technologies prevent: A meta-analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 136, 105299.
26. Yue, L., Abdel-Aty, M., Wu, Y., & Wang, L. (2018). Assessment of the safety benefits of vehicles' advanced driver assistance, connectivity and low level automation systems. *Accident Analysis & Prevention*, 117, 55-64.
27. Zheng, Z., Wang, Z., Zhu, L., & Jiang, H. (2020). Determinants of the congestion caused by a traffic accident in urban road networks. *Accident Analysis & Prevention*, 136, 105327.
28. Куцаинов, А. Б. (2013). *Тактика спасательных работ и ликвидация чрезвычайных ситуаций*: Кокшетауский технический институт.
29. Lipovac, K. (2008). *Bezbednost saobraćaja. Službeni list, Beograd*.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ПОДАЧИ КОМПРЕССИОННОЙ ПЕНЫ ПРИ ТУШЕНИИ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

*Бабич В.Е., Скорупич И.С.*

*Филиал «Институт переподготовки и повышения квалификации»*

*Университета гражданской защиты МЧС Беларуси*

**Аннотация.** Изучение возможных способов тушения электротранспорта. Поиск вариантов использования устройств подачи компрессионной пены.

**Ключевые слова:** электротранспорт, устройства подачи компрессионной пены, компрессионная пена.

## THE USE OF COMPRESSION FOAM FEEDING DEVICES FOR EXTINGUISHING ELECTRIC VEHICLES

*Babich V., Skorupich I.*

*The branch «Institute of Retraining and Professional Development»*

*of the University of Civil Protection of the MES of the Republic of Belarus*

**Abstract.** Study of possible ways of extinguishing electric vehicles. Search for options for using compression foam feeding devices.

**Keywords:** electric transport, compression foam feeding devices, compression foam.

## КОРИШЋЕЊЕ АПАРАТА ЗА ГАШЕЊЕ ХЕМИЈСКОМ ПЕНОМ ПРИЛИКОМ ГАШЕЊА ЕЛЕКТРИЧНИХ ВОЗИЛА

*Бабич В.Е., Скорупич И.С.*

*Филијала „Завод за преквалификацију и усавршавање“*

*Универзитет цивилне заштите Министарства за ванредне ситуације Белорусије*

**Апстракт:** Проучавање могућих начина гашења електричних возила. Потрага опције за коришћење апарата за гашење хемијском пеном.

**Кључне речи:** електрична возила, апарата за гашење хемијском пеном, хемијска пена.

Данные Министерства энергетики Республики Беларусь свидетельствуют о растущей популярности электромобилей среди автовладельцев. Так, в 2015 г. в стране насчитывалось 27 электромобилей, 2020 г. – около 1,6 тыс., 2022 г. – уже более 2 тыс. [2]. В сентябре 2022 года количество зарегистрированных легковых электромобилей по данным ГАИ МВД Беларуси уже превысило 3230 единиц и продолжает стремительно расти. По оценкам экспертов к 2025 г. страна может приблизиться к отметке около 100 000 единиц электротранспорта, а к 2030-му примерно 20 % парка автомобилей белорусов будет на электротяге [1].

Сам процесс тушения в подавляющем большинстве случаев заключается в подаче на горящий электромобиль большого количества воды (от 5 до 15 т) и/или погружением в специальную емкость с водой.



а – охлаждение силовой батареи



б – окунание в емкость с водой

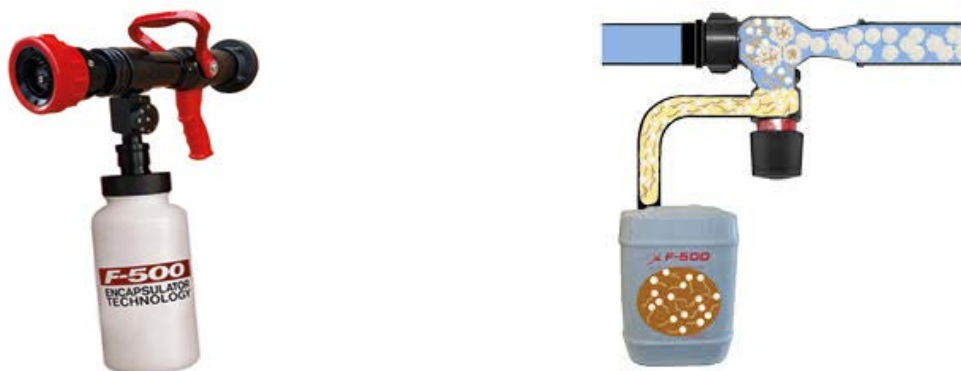
Рис. 1 – Способы тушения (охлаждения) силовой батареи

Однако, в современной мировой практике пожаротушения существуют и другие способы борьбы с пожарами на данных ТС. Например, проблема трудного доступа к аккумуляторным элементам компанией Rosenbauer была решена разработкой пробивного ствола, который состоит из отдельных блоков пожаротушения и управления. Конструкция ствола позволяет спасателям-пожарным охлаждать аккумуляторные батареи с помощью воды и тушить возгорание с безопасного расстояния в 7 м (рис. 2).



Рис. 2 – Использование пробивного ствола при пожаротушении электромобилей

В США для тушения электротранспорта применяют изолирующий раствор F-500 Encapsulator Agent ([F-500 EA] литий-ионный противопожарный раствор). Он представляет собой смачиватель, который при взаимодействии с водой быстро охлаждает, изолирует углеводороды и прерывает цепную реакцию свободных радикалов и соответственно подходит для тушения возгораний литий-ионных аккумуляторов (рис. 3). Ключом к прекращению возгорания литий-ионной батареи в данном случае является быстрый отвод тепла и прекращение реакции материалов электрода с другими компонентами батареи. Использование данного раствора позволяет сократить подачу воды на 20–25 % без повторного его возгорания. При этом он не является электрическим проводником пожарного ствола и 350-вольтовых литий-ионных автомобильных аккумуляторов [2].



**Рисунок 3. – Устройство для подачи раствора F-500 Encapsulator Agent**

Вместе с тем во многих рекомендациях и алгоритмах по ликвидации последствий ДТП на электротранспорте указывается, что пена как огнетушащее вещество не рекомендована к их тушению, поскольку пенообразующие составы для формирования воздушно-механической пены содержат примеси, повышающие электропроводимость струи.

Однако данная рекомендация является не совсем корректной в случае использования технологии компрессионной пены, которая формируется путем принудительного введения воздуха в раствор воды и пенообразователя. По имеющимся данным исследований применение компрессионной пены для тушения электрооборудования возможно при соблюдении некоторых условий [3], что в свою очередь имеет свои неоспоримые преимущества в части касающейся минимизации вреда от огнетушащих веществ, а также значительно упрощает процесс тушения «гибридных» автотранспортных средств.

Еще одним неоспоримым преимуществом является возможность комбинированной подачи воды и компрессионной пены по двум рукавным линиям от автоцистерны, оборудованной установкой генерирования компрессионной пены.

С практической точки зрения эта техническая возможность данных систем может быть применена при ликвидации последствий ДТП в том числе с наличием химически-опасных веществ, так как от одной автоцистерны оборудованной установкой генерирования компрессионной пены можно сформировать пенную подушку для ликвидации, либо предупреждения возгорания разлива топлива, с одновременной подачей перфорированной линии для локализации последствий утечки наличием химически-опасных веществ или защиты рядом стоящих транспортных средств от горящего электромобиля.

Данная возможность установок позволяет задействовать минимальные силы и средства для ликвидации последствий ЧС, что в свою очередь влияет на минимизацию влияния опасных факторов на спасателей.

### **Список литературы**

1. О Комплексной программе развития электротранспорта на 2021-2025 годы [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 9 апр. 2021 г., № 213 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=C22100213>. – Дата доступа: 18.08.2022.
2. НСТ [Electronic resource] // F-500 Encapsulator Agent (EA). – Mode of access: <https://hct-world.com/products/chemical-agents/f-500-encapsulator-agent/> – Date of access: 18.08.2024.
3. Алешков, М.В. Обзор применения технологии подачи компрессионной пены при тушении пожаров электрооборудования под напряжением [Электронный ресурс]: Научный журнал технологии техносферной безопасности. – /М.В. Алешков, Р.А. Емельянов, А.А. Колбасин, В.Д. Федяев. – Электрон. журн. – Москва: АГПС, 2015 – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2015-4/41-04-15.ttb.pdf>, – Дата доступа: 18.08.2024.

## ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ВЫЗОВОВ ПО ЕДИНОМУ НОМЕРУ «112» О ПРОИСШЕСТВИЯХ С ЭЛЕКТРОМОБИЛЯМИ

*Качанов С.А.*  
*Российско-Сербский гуманитарный центр*

*Грачев В.Л.*  
*ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)*

**Аннотация.** Обосновывается необходимость передачи в диспетчерские службы информации о типе двигателя транспортного средства, с которым произошло происшествие, особенно при поступлении вызова по единому номеру «112». В докладе даются научно обоснованные практические рекомендации по использованию для этих целей федеральной государственной информационной системы «Централизованная система сбора информации систем-112» (ГИС ЦССИ-112). Рассматривается необходимость предупреждения диспетчерских служб о типе двигателя транспортного средства, с которым произошло происшествие, в контексте особенностей возгорания и тушения электромобилей. Рассматриваются варианты получения информации о типе двигателя. Предлагается, обосновывается и оценивается один из способов передачи этой информации через ГИС ЦССИ-112, который может быть дополнен данными из баз данных Государственной инспекции безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации.

**Ключевые слова:** экстренное реагирование, электромобили, номер экстренной службы 112, информация для диспетчеров.

## FEATURES OF HANDLING CALLS TO THE UNIFIED EMERGENCY NUMBER “112” REGARDING INCIDENTS WITH ELECTRIC VEHICLES

*Kachanov S.A.*  
*Russian-Serbian Humanitarian Center*

*Grachev V.L.*  
*VNII GOChS (FC)*

**Abstract:** The report substantiates the need to transmit information about the type of engine of a vehicle involved in an incident, especially when a call is received via the unified emergency number “112.” The report provides scientifically grounded practical recommendations for using the Federal State Information System “Centralized Information System 112” (GIS CSSI-112) for these purposes. The necessity of alerting dispatch services about the type of vehicle engine involved in the incident, considering the specifics of fire occurrence and extinguishing in electric vehicles, is discussed. The options for obtaining information about the type of engine are reviewed. One of the methods for transmitting this information via GIS CSSI-112, which could be supplemented with data from the State Traffic Safety Inspectorate databases of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, is proposed, substantiated, and evaluated.

**Keywords:** emergency response, electric vehicles, 112 emergency number, dispatch information.

## СПЕЦИФИЧНОСТИ ОБРАДЕ ПОЗИВА НА ЈЕДИНСТВЕНИ БРОЈ ХИТНЕ СЛУЖБЕ „112“ У ВЕЗИ СА ИНЦИДЕНТИМА СА ЕЛЕКТРИЧНИМ ВОЗИЛИМА

Качанов С.А.  
Српско-руски хуманитарни центар

Грачев В.Л.  
Све-руски научно-истраживачки институт за цивилну заштиту и ванредне ситуације,  
Министарство за ванредне ситуације Русије

**Апстракт.** У извештају се оправдава потреба за преносом информација о типу мотора возила укљученог у инцидент, посебно када се позив прими путем јединственог броја хитне службе „112“. Извештај даје научно утемељене практичне препоруке за коришћење Државног информационог система „Централизовани информациони систем 112“ (GIS CSSI-112) за ове сврхе. Разматра се потреба за обавештавањем диспетчерских служби о типу мотора возила укљученог у инцидент, с обзиром на специфичности појаве пожара и гашења у електричним возилима. Прегледавају се опције за добијање информација о типу мотора. Предлаже се, оправдава и процењује један од начина за пренос тих информација путем GIS CSSI-112, који би могао бити допуњен подацима из база података Државне саобраћајне инспекције Министарства унутрашњих послова Руске Федерације.

**Кључне речи:** ванредно реаговање, електрична возила, јединствени број хитне службе 112, информације за диспечере.

В статье обосновывается необходимость передачи в диспетчерские службы информации о типе двигателя транспортного средства, с которым случилось происшествие, в частности при поступлении вызова по единому номеру «112». Даны научно-обоснованные практические рекомендации по использованию для этих целей федеральной государственной информационной системы «Централизованная система сбора информации систем-112» (ГИС ЦССИ-112), в которую может копироваться ограниченная указанной проблематикой информация из баз данных Государственной автомобильной инспекции Министерства внутренних дел Российской Федерации.

За последнее десятилетие во всем мире, включая Россию, произошел кратный рост производства и продаж электромобилей. Это обусловлено переходом на качественно новый уровень технологии производства литий-ионных аккумуляторов, которая обеспечила необходимый уровень функциональности (веса и объема аккумуляторов во взаимосвязи с мощностью и пробегом без подзарядки) электромобилей. Однако риск возгорания и сложность тушения высокоэнергетических аккумуляторов стали серьезной проблемой безопасности электромобилей [1, 2].

Сложность тушения электромобилей обусловлена тем, что повреждение аккумулятора может сопровождаться выделением токсичного газа, возгоранием, струйным пламенем и взрывом, а также тем, что аккумуляторный блок расположен внутри и недоступен для огнетушащих веществ, подающихся снаружи. Тепловыделение при пожаре электромобиля в 1,5-2,5 раза (а с учетом старения аккумулятора этот коэффициент может достигать 5 и более) превышает тепловыделение запаса бензина (для аналогичной дальности пробега) и для охлаждения аккумулятора, тушения пожара и предотвращения повторного возгорания требуется кратное увеличение количества огнетушащего вещества относительно тушения обычного автомобиля. Соответственно, экстренным оперативным службам, привлекаемым к реагированию на происшествия с транспортными средствами, необходимо иметь информацию о типе двигателя, попавшего в происшествие транспортного средства.

В случае поступления вызова по единому номеру «112» целесообразно передавать данные о типе двигателя транспортного средства одновременно с передачей вызова из системы-112 в диспетчерскую службу.

Варианты вызова экстренных оперативных служб в случае комплексного реагирования

на происшествие представлены на рис. 1.



Рис. 1 - Варианты вызова экстренных оперативных служб в случае комплексного реагирования на происшествие

Варианты получения диспетчерскими службами сведений о типе двигателя транспортного средства показаны на рисунке 2.

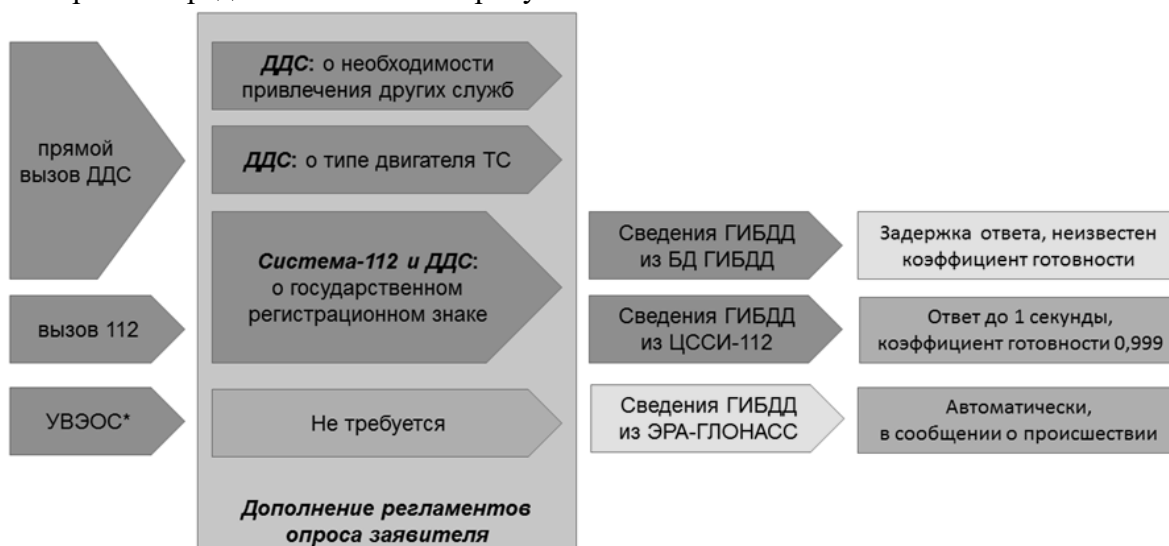


Рис.2 - Варианты получения диспетчерскими службами сведений о типе двигателя транспортного средства

Как видно из рис. 1 и 2, только в случае передачи информации о происшествии через устройство вызова экстренных оперативных служб (УВЭОС) Государственной автоматизированной информационной системе «ЭРА-ГЛОНАСС» (далее – ГАИС «ЭРА-ГЛОНАСС»), устанавливаемое в автомобиле, экстренные оперативные службы, в том числе служба пожарной охраны, гарантированно получают данные о типе двигателя транспортного средства, поскольку в состав информации, передаваемой из ГАИС «ЭРА-ГЛОНАСС» в систему-112 [3], включен параметр `vehiclePropulsionStorageType`, определяющий тип энергоносителя транспортного средства.

В случае телефонных вызовов в систему-112 или диспетчерскую службу необходим дополнительный опрос заявителя, при этом с учетом ограниченности познаний большинства граждан о типе двигателей конкретных образцов транспортных средств самым подходящим представляется вопрос о государственном регистрационном знаке, по которому из

Госавтоинспекции может быть получена информация о типе двигателя. С учетом того, что получение информации из баз данных Госавтоинспекции затруднено и требует большого количества времени, данный вариант представляется нерациональным.

Далее необходимо отметить, что существенная часть вызовов, требующих реагирования, передается в экстренные оперативные службы из системы-112. Так, количество обработанных вызовов по единому номеру «112» составляет более 100 млн ежегодно. Региональные системы-112 обеспечивают прием сообщений от заявителей и сигналов от датчиков, обеспечивают информационное взаимодействие с диспетчерскими службами в целях организации реагирования на происшествия, осуществляют взаимодействие с ГАИС «ЭРА-ГЛОНАСС».

Более рациональным вариантом может быть использование периодически обновляемого хранилища данных федеральной государственной информационной системы «Централизованная система сбора информации систем-112» (ГИС ЦССИ-112) [4], в которую может копироваться необходимая для принятия решений по ликвидации последствий происшествия информация из баз данных Государственной автомобильной инспекции Министерства внутренних дел Российской Федерации.

ГИС ЦССИ-112 создается по заказу МЧС России на базе единой цифровой платформы Российской Федерации «ГосТех» и предназначена для объединения в единое информационное пространство пользователей и баз данных региональных систем-112. Необходимая нормативно-правовая основа для передачи сведений в ГИС ЦССИ-112 как из региональных систем-112, так и из баз данных Государственной автомобильной инспекции Министерства внутренних дел Российской Федерации создана в контексте роли МЧС России как координатора создания, организации функционирования и развития системы-112, МВД России как участника координации. Необходимые финансовые и технические ресурсы выделены в рамках проекта по созданию сервиса сбора информации региональных систем-112.

Решение по передаче сведений о типе двигателя транспортного средства экстренным оперативным службам посредством ГИС ЦССИ-112 предложено впервые.

Актуальность обусловлена необходимостью научно-методической поддержки развития системы-112, в том числе создания государственной информационной системы «Централизованная система сбора информации систем-112».

#### **Список источников.**

1. P. Sun, R. Bisschop, H. Niu, X. Huang. A Review of Battery Fires in Electric Vehicles – Fire Technology, 56 – 2020 – URL: <https://doi.org/10.1007/s10694-019-00944-3>.

2. Канонин Ю. Н., Лыщик А. В. Пожарная опасность электромобилей // Бюллетень результатов научных исследований. — 2023. — Вып. 1. — С. 38–51. DOI: 10.20295/2223-9987-2023-1-38-51

3. Приказ от 01.10.2015 Минтранса России № 293, МЧС России № 525 «Об утверждении типовой формы соглашения о порядке информационного взаимодействия между оператором Государственной автоматизированной информационной системы «ЭРА-ГЛОНАСС» и уполномоченными органами государственной власти субъектов Российской Федерации, на территориях которых введена в эксплуатацию система обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112».

4. Приказ МЧС России от 13.07.2024 № 481 об утверждении Концепции создания (развития) государственной информационной системы «Централизованная система сбора информации систем-112» и создании государственной информационной системы «Централизованная система сбора информации систем-112».

## ПРОВЕДЕНИЕ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ И ПОЖАРОТУШЕНИЯ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ С УЧАСТИЕМ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

*Зиновьев С.В., Репкин А.Ю., Кузнецова Т.Д.  
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)*

**Аннотация.** в статье проанализированы ключевые особенности проведения аварийно-спасательных работ и пожаротушения при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий с участием электромобилей. Выявлены основные причины возгорания в электромобилях.

**Ключевые слова:** аварийно-спасательные формирования, аварийно-спасательные работы, безопасность, технологические операции, требования, функциональные задачи.

## PROCESS OF CONDUCTING THE EMERGENCY RESCUE AND FIRE EXTINGUISHING OPERATIONS IN THE ROAD TRAFFIC ACCIDENTS INVOLVING ELECTRIC VEHICLES

*Zinoviev S.V., Repkin A.Yu., Kuznetsova T.D.  
VNI GOChS (FC)*

**Abstract.** In the article, the key features of emergency rescue operations and firefighting during response to road traffic accidents involving electric vehicles are analyzed. The main causes of flame formation in electric vehicles have been identified.

**Key words:** emergency rescue formations, emergency rescue operations, safety, technological operations, requirements, functional tasks.

## ИЗВОЂЕЊЕ ХИТНИХ СПАСИЛАЧКИХ РАДОВА И ГАШЕЊА ПОЖАРА ПРИЛИКОМ ЕЛИМИНАЦИЈЕ ПОСЛЕДИЦА САОБРАЋАЈНИХ НЕСРЕЋА СА ЕЛЕКТРИЧНИМ ВОЗИЛИМА

*Зиновјев С.В., Репкин А.Ју., Кузнецова Т.Д.  
Све-руски научно-истраживачки институт за проблеме цивилне заштите и ванредних ситуација МЧС Русије (Савезни центар за науку и високе технологије)*

**Апстракт.** У чланку су анализиране кључне особине извођења хитних спасилачких радова и гашења пожара приликом елиминације последица саобраћајних несрећа са електричним возилима. Идентификовани су главни узроци пожара код електричних возила.

**Кључне речи:** хитне спасилачке јединице, хитни спасилачки радови, безбедност, технолошке

операције, захтеви, функционалне задатке.

Введение:

Конструкция современных электрических автомобилей рассчитана на крайне высокие нагрузки и в чём-то даже превосходит по безопасности традиционные модели с двигателями внутреннего сгорания. Например, если батарея расположена под полом, то при боковом столкновении её корпус дополнительно защищает салон от деформации. Кроме того, увесистая батарея смещает центр тяжести машины к земле и тем самым снижает риск опрокидывания. Наконец, все тяжёлые агрегаты электромобиля расположены в базе, что позволяет создать более крупные зоны деформации спереди и сзади, которые смогут эффективнее погасить энергию удара.

1. С другой стороны, помимо механических повреждений, в серьёзном ДТП может быть причинён вред электронным компонентам электромобиля, что создаёт дополнительные риски для водителя и пассажиров. В первую очередь опасность представляют тяговая батарея и высоковольтная электропроводка. Рабочее напряжение бортовой сети электромобиля может достигать 800 В, а для человека опасны даже намного меньшие значения. Из-за этого проводка современного электромобиля имеет несколько степеней защиты – от механической до электронной. Она позволяет избежать удара электрическим током при частичном разрушении изоляции или даже полном обрыве токоведущих магистралей. Защитная система принудительно их обесточит.

2. На сегодняшний день подавляющее число электромобилей оборудовано Li-Ion аккумуляторными элементами, а сами батареи отличаются обычно только компоновкой «ячеек» и методом их охлаждения. При всех достоинствах у аккумуляторов этого типа есть существенный недостаток: они склонны к возгоранию. Чаще всего это может случиться по следующим причинам: короткое замыкание внутри тяговой батареи. Механическое повреждение ячеек.

3. Перегрев батареи: ранние модели электрокаров имеют достаточно уязвимую батарею, и её замыкание при различных ударах случается достаточно часто. В более современных моделях удар при ДТП, скорее всего, не приведёт к критическим повреждениям ячеек: сейчас при проектировании машин особое внимание уделяется именно защитному кожуху аккумулятора. Намного проще повредить систему охлаждения или проводку систем, контролирующую состояние батареи. В таком случае возрастёт риск её перегрева и последующего возгорания.

4. При этом, напомним, защищённость обитателей салона электромобиля выше, чем у их коллег в машине с двигателем внутреннего сгорания. Исключен выход двигателя в салон автомобиля. Поскольку у «зеленых» нет массивного мотора прямо перед водителем: электродвигатели размещаются внизу, возле колес. Из-за этого при лобовом столкновении сиденья электрокара избегают риска заполучить блок цилиндров в лицо. Кроме того, массивная аккумуляторная батарея электромобилей расположена в днище ТС. К тому же конструкторы стараются защитить её от повреждений при ДТП — помещая в титановую «броню».

5. Аккумулятор вместе с защитой подобного типа создает своего рода «каркас безопасности» для пассажиров, при аварии принимая удар на себя. Во многом благодаря этому после ДТП салон электромобиля оказывается не поврежден. Но это плохая новость для

обитателей машины с ДВС, в которую въедет электромобиль. Суммарную энергию столкновения придется гасить преимущественно кузову авто классической конструкции. Массивная и прочная АКБ «электрички», при прочих равных условиях, сомнет силовую конструкцию автомобиля с двигателем внутреннего сгорания как скорлупу

Заключение:

Безопасность пассажиров электротранспорта в аварии оборачивается более тяжкими травмами их визави из обычной машины. Кроме того, как бы ни была конструктивно защищена батарея электромобиля, риск ее повреждения в аварии все-равно имеется. А когда литиевое содержимое батареи оказывается в контакте с кислородом, находящимся в воздухе или водой, начинается неконтролируемая реакция, сопровождающаяся выбросом огромного количества тепла. Горящий литий тушить бесполезно стандартными пожарными средствами.

#### Список источников

1. Черный А.Б., Солопов Д.Ю. Обоснование актуальности выработки методики оценки безопасности батарей электромобилей при столкновениях. Труды НАМИ. – 2024. – № 1 (94-106). <https://doi.org/10.51187/0135-3152-2024-1-94-106> (дата обращения: 12.09.2024);

2. «Методические рекомендации по организации деятельности территориальных органов МЧС России по ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий» (утв. МЧС России);

3. Нестеренко И.С. Обеспечение безопасности электромобилей на автомагистралях / И.С. Нестеренко, Г.А. Нестеренко, Б.Т. Оспанов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – №8 (146). – URL: <https://research-journal.org/archive/8-146-2024-august/10.60797/IRJ.2024.146.42> (дата обращения: 12.09.2024).

4. Национальный стандарт ГОСТР 58817 – 2020 «ЭЛЕКТРОМОБИЛИ И АВТОМОБИЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА С КОМБИНИРОВАННЫМИ ЭНЕРГОУСТАНОВКАМИ. Типовые технологические карты разборки, деблокирования и извлечения пострадавших при ликвидации последствий ДТП».

## **ОЦЕНКА РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДТП С УЧАСТИЕМ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ ПО ПРИЧИНЕ АВАРИЙ НА АВТОДОРОЖНЫХ РАЗВЯЗКАХ ТУННЕЛЬНОГО ТИПА**

*Качанов С.А.*

*Российско-сербский гуманитарный центр*

*Олтян И. Ю., Капральный Ю.В.*

*ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)*

**Аннотация.** В статье рассматривается мировая тенденция автоматизации систем безопасности и жизнеобеспечения для критически важных объектов инфраструктуры, включая автодорожные развязки туннельного типа. Анализ причин возникновения аварий на критически важных объектах инфраструктуры показал, что многие из них обусловлены тем, что при проведении оценки уязвимости (угроз) не были учтены все факторы, способствующие возникновению чрезвычайных ситуаций, и, соответственно, мероприятия по снижению риска возникновения чрезвычайных ситуаций были разработаны не в полном объеме.

**Ключевые слова:** информационные технологии, комплексная безопасность, модели угроз, риск возникновения чрезвычайной ситуации, ущерб.

### **RISK ASSESSMENT OF TRAFFIC ACCIDENTS INVOLVING ELECTRIC VEHICLES DUE TO FAILURES AT TUNNEL-TYPE ROAD INTERCHANGES.**

*Kachanov S.A.*

*Russian-Serbian Humanitarian Center*

*Oltyan I.Yu., Kapralniy Yu.V.*

*VNII GOChS (FC)*

**Abstract.** The article explores the global trend of automating safety and life-support systems for critical infrastructure, including tunnel-type road interchanges. An analysis of the causes of accidents at critical infrastructure objects shows that many of them are due to the fact that not all factors contributing to the occurrence of emergencies were considered during vulnerability (threat) assessments, and, consequently, measures to reduce the risk of emergencies were not fully developed.

**Keywords:** damage, emergency risk, information technology, integrated security, threat models.

### **ПРОЦЕНА РИЗИКА ОД САОБРАЋАЈНИХ НЕСРЕЋА СА ЕЛЕКТРИЧНИМ ВОЗИЛИМА ЗБОГ КВАРОВА НА ПУТНИМ РАСКРСНИЦАМА ТИПА ТУНЕЛА**

*Качанов С.А.*

*Српско-руски хуманитарни центар*

*Олтјан И. Ју., Капралниј Ју.В.*

*ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)*

**Апстракт:** У чланку се истражује глобални тренд аутоматизације система безбедности и система за подршку животу за критичну инфраструктуру, укључујући путне раскрснице типа тунела. Анализа узрока несрећа на објектима критичне инфраструктуре показује да су многи од њих узроковани тиме што нису узети у обзир сви фактори који доприносе настанку

ванредних ситуација приликом процене рањивости (претњи), и да, као последица, мере за смањење ризика од ванредних ситуација нису биле у потпуности развијене.

**Кључне речи:** процена ризика, саобраћајне несреће, путне раскрснице типа тунела, критична инфраструктура, ванредне ситуације.

К сожалению, на автодорожных развязках туннельного типа происходит большое количество ЧС, в том числе приводящих к дорожно-транспортным происшествиям с участием электромобилей. В связи с трудностями тушения пожаров на электромобилях это может привести к гибели людей и большому материальному ущербу. Анализ причин возникновения аварий на автодорожных развязках туннельного типа свидетельствует о том, что не все риски возникновения ЧС на данных объектах были учтены [1-6]. Отчасти, это было вызвано тем, что в настоящее время отсутствуют научно-обоснованные и простые для использования алгоритмы определения степени угроз для автодорожных развязок туннельного типа. Целью работы является актуальная задача создания модели оценки уязвимости автодорожных развязок туннельного типа.

Научно-обоснованные подходы к созданию моделей оценки рисков объектов повышенного риска, к которым относятся и автодорожные развязки туннельного типа, стали развиваться относительно недавно.

В области развития методов создания моделей оценки рисков объектов повышенного риска в прошлом был выполнен ряд исследований. Здесь следует отметить: Батырева В.В., Волкова А.А., Волкова О.С., Попова А.П., Топольского Н.Г., Bodie J., С.М. Pietersen, Zinka W., Wawryn K., A. Wolski, M. Morris, V.C. Marshall, G.A. Clay, B.J.M. Alle, N.A. Roberts, B.J. Paaske, L. Nesheim, O. Thomassen, L. Tronstad и других российских и зарубежных ученых.

Однако, несмотря на большое количество отечественных и зарубежных исследований в рассматриваемой области многие вопросы, касающиеся данного исследования, остаются неохваченными. Анализ ранее выполненных работ показал необходимость совершенствования методов оценки рисков объектов повышенного риска.

С участием авторов разработана оригинальная технология создания автоматизированных взаимосвязанных систем контроля и управления технологическими процессами, безопасностью и жизнеобеспечением объектов повышенного риска. Данная технология основана на структурированных системах мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений (далее - СМИС). Разработанная технология позволяет предупредить или значительно уменьшить последствия ЧС различного характера: пожары, взрывы, повышенное содержание аварийных химически-опасных веществ; повышенный уровень радиации или биологически-опасных веществ, внезапное обрушение несущих конструкций объекта и др. [1-3].

Предлагаемая система по сравнению с зарубежными и отечественными аналогами имеет следующие преимущества:

работа всех технологических систем, систем безопасности и жизнеобеспечения в случае угрозы или факта возникновения ЧС осуществляется по заранее определенным соответствующими организациями и службой эксплуатации объекта алгоритмам, позволяющим не допустить аварию или минимизировать людские и материальные потери от нее;

прогнозирование и предупреждение аварийных ситуаций осуществляется путем автоматизированного контроля за параметрами процессов обеспечения функционирования объектов и определения отклонений их текущих значений от нормативных;

обеспечивается возможность автоматизированной комплексной обработки информации о состоянии технологических систем, систем жизнеобеспечения, безопасности и инженерно-технических конструкций объектов и автоматической передачи необходимой информации об их состоянии и параметрах ЧС в виде заранее установленного формализованного сообщения в дежурную службу объекта и единую дежурно-диспетчерскую

службу (ЕДДС) города. Данная информация архивируется в базе данных и может быть использована для анализа соответствующими специалистами;

обеспечивается возможность автоматизированного или принудительного запуска системы оповещения населения о произошедшей ЧС и необходимых действиях по эвакуации, автоматизированное или принудительное оповещение соответствующих специалистов, отвечающих за безопасность объектов повышенного риска;

обеспечивается возможность дистанционного управления системами жизнеобеспечения и безопасности объектов повышенного риска в случае ЧС из специализированного пункта управления.

Хотелось бы отметить, что необходимость проведения мониторинга состояния фундамента, строительных конструкций и систем инженерно-технического обеспечения в процессе строительства и (или) эксплуатации здания или сооружения нашли свое отражение в [7].

Для корректной работы СМИС при ее проектировании на конкретном объекте вначале должны быть определены угрозы природного, техногенного, криминогенного и террористического характера с оценкой вероятности их возникновения и возможным ущербом. Необходимо также учесть вторичные последствия от возможных угроз. Провести комплексную, научно-обоснованную оценку угроз и мер их парирования довольно сложная и трудоемкая задача. Поэтому, разработка алгоритмов оценки угроз для автодорожных развязок тоннельного типа является актуальной задачей.

С целью упрощения подготовки научно-обоснованных исходных данных для создания СМИС была разработана соответствующая трехмерная модель оценки уязвимости автодорожных развязок тоннельного типа, позволяющая путем экспертных оценок определить подверженность туннелей различным видам угроз (Рис. 1).

На данной модели введены следующие обозначения:

$A...A_n$  – перечень угроз на элементы защиты туннеля (пожары, взрывы, аварии с выбросом аварийных и химически опасных веществ и др.).

$B...B_k$  – меры, направленные на противодействие угрозам на элементы защиты туннеля (системы пожаротушения, системы контроля и управления доступом, видеонаблюдение, система оповещения и т.п.).

$C...C_i$  – элементы защиты объекта транспортной развязки тоннельного типа (участники дорожного движения, обслуживающий персонал туннеля, автотранспорт, инженерные сооружения туннеля, и т.п.).

$D...D_m$  – ущерб, который может быть причинен элементам защиты объекта в результате ЧС (гибель или увечье людей, повреждение автотранспорта, повреждение конструкций и оборудования туннеля разрушение дорожного покрытия, и т.п.).

В результате возникновения ЧС на объекте, если предпринятые меры оказались недостаточными, угроза, воздействуя на элемент защиты, причиняет ему материальный, физический и моральный (если это участник дорожного движения) ущерб.

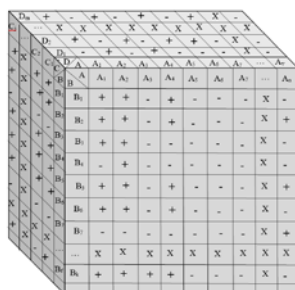


Рис. 1 - Трехмерная модель защищенности автодорожной развязки тоннельного типа

Для оценки риска необходимо ввести относительную величину ущерба, приняв за 100% полный ущерб, который может понести элемент защиты (например, гибель людей в туннеле или полное обрушение туннеля). Такой ущерб примем равным 1. В том случае если элемент

защиты получил незначительные повреждения, (например, находящиеся в туннеле люди получили незначительное повреждение (ушибы, легкое недомогание, небольшие порезы и т.п.), то ущерб в относительных единицах может составлять, например, от 0,1 до 0,3.

Риск воздействия угрозы на определенный элемент защиты, возможность принять адекватные меры защиты от этой угрозы, а также величина возможного ущерба имеют вероятностный характер. Наиболее оптимальным способом оценки таких событий являются экспертно-статистические методы анализа. Если в распоряжении эксперта есть статистические данные по инцидентам и авариям на конкретном объекте, то он с большой долей вероятности может определить основные причины ЧС и предложить меры по их устранению или уменьшению тяжести последствий от ЧС. Но, как правило, такие данные отсутствуют и экспертам приходится оценивать все возможные виды угроз для всех имеющихся элементов защиты. При этом, нужно учитывать вероятность возникновения угрозы и величину возможного ущерба от нее.

Величина риска -  $R$  определяется как суммарная величина произведения вероятностей воздействия угрозы безопасности на каждый элемент защиты и возможного ущерба для каждого элемента защиты:

$$R = \sum_{n=1}^n P_{aj} * P_{dj} \quad (1)$$

Где:

$P_a$  - вероятность воздействия  $n$ -й угрозы на  $j$ -й элемент защиты объекта;

$P_d$  - вероятная величина (в относительных единицах) причинения ущерба  $j$ -й элементу защиты объекта при воздействии на него  $n$ -й угрозы;

$n$  - количество возможных угроз безопасности на элементы защиты объекта.

При подсчете величины риска необходимо также учитывать значимость элемента защиты. Наибольшую значимость имеет жизнь и здоровье людей. Вторым по значимости элементом является пропускная способность туннеля, т.к. движение автотранспорта обеспечивает жизнедеятельность города.

В предложенной модели, если раскрыть связи не только по поверхностным граням, можно увидеть, что все составляющие модели влияют друг на друга (Рис. 2, 3).

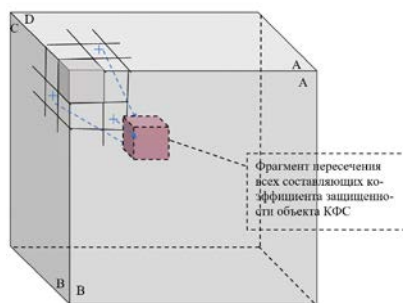


Рис. 2 - Фрагмент трехмерной модели

Фрагмент трехмерной модели, позволяющий провести анализ взаимного влияния угроз, мер безопасности, элементов защиты и ущерба

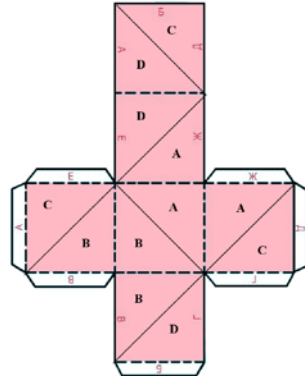


Рис. 3 - Фрагмент трехмерной модели защищённости автодорожных развязок туннельного типа, разложенный на плоскости

Проведя анализ (Рис. 3) можно заметить, что:

*A* – при воздействии угрозы на элементы защиты туннеля возникает причиненный ими ущерб.

*B* – существующие меры безопасности в определенной мере противодействуют угрозам и уменьшают ущерб от ЧС.

*C* – элементы защиты могут пострадать в результате ЧС если отсутствуют меры безопасности.

*D* – величина ущерба элемента защиты от ЧС зависит от степени важности элемента защиты, вероятности и количества угроз безопасности, которые могут воздействовать на него и от мер безопасности, которые защищают этот элемент защиты.

Меры безопасности определяются коэффициентом значимости (рейтингом) мероприятия:

$K_1$  – определяется количеством угроз, которому эта мера противостоит;

$K_2$  – зависит от того, какой ущерб мера защиты предотвращает. Чем больший ущерб предотвращается, тем выше рейтинг меры, которая противодействует этой угрозе.

$K_3$  – определяется количеством элементов защиты и их важностью, которые защищает эта мера безопасности.

$$K_3 = (K_3 * K_{важ}) \quad (2)$$

Где:

$K_{важ}$  (от 0 до 1) – коэффициент важности элемента защиты.

$K_4$  – зависит от размера ущерба, который устраняет мера безопасности по всем защищаемым элементам защиты.

На рейтинг мероприятия защиты влияет также то, на каком этапе оказывается противодействие угрозе безопасности.

Наивысший рейтинг мероприятия защиты достигается, когда угроза была не реализована (предупреждена).

Обозначим повышающий коэффициент такой меры –  $K_{пред}$ .

В случае возникновения ЧС необходимо принимать меры по снижению тяжести последствий от ЧС. Мера уменьшающая тяжесть последствий от ЧС имеет повышающий коэффициент –  $K_{прес}$ .

Для восстановления работоспособности объекта после ЧС необходимо принимать соответствующие меры. Чем быстрее ликвидируется причиненный объекту ущерб, тем больше повышающий коэффициент такой меры –  $K_{ликв.посл}$ .

В случае если мера противодействия угрозам действует на всех 3 этапах (предупреждение, ликвидация, восстановление работоспособности) то коэффициенты складываются.

$$K_{этапы} = K_{пред} + K_{прес} + K_{ликв.посл} \quad (3)$$

Наивысший рейтинг будет иметь та мера безопасности, которая включает все повышающие коэффициенты:

$$B_1 = K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_{пред.} + K_{прес.} + K_{ликв.посл.} \quad (4)$$

Таким образом, можно определить коэффициент уязвимости транспортной развязки туннельного типа -  $K_{уязв.}$ :

$$K_{уязв.} = \frac{R = \sum_{n=1}^k P_a * P_d}{\sum_{i=1}^k (K_1 B_1 \alpha_{1ij} + K_2 B_2 \alpha_{2ij} + K_3 B_3 \alpha_{3ij} + K_4 B_4 \alpha_{4ij} + \dots + K_y B_n \alpha_{kij})} \quad (5) \quad (5)$$

где:  $K B_1 \alpha_{1ij}$  - эффективность  $j$ -го мероприятия на соответствующих этапах противодействия  $i$ -ой угрозы;

$\alpha_{1ij}, \alpha_{2ij}, \alpha_{3ij}$  - весовые коэффициенты степени влияния  $j$ -го мероприятия на соответствующих этапах противодействия  $i$ -ой угрозы.

Если формулу перевернуть «вверх ногами» мы получим величину обратную уязвимости – коэффициент защищенности объекта. -  $K_{защ.}$

Применяя более эффективные (рейтинговые) меры защиты объекта мы делаем его менее уязвимым к ЧС и тем самым добиваемся оптимизации системы комплексной безопасности автодорожных развязок туннельного типа. Меры защиты, не оказывающие существенного влияния на уровень безопасности автодорожных развязок туннельного типа и являющиеся весьма затратными, лучше не применять, а риски, на противодействие которым они должны быть направлены лучше страховать.

Для определения уровня комплексной безопасности автодорожных развязок туннельного типа необходимо заполнить всю кубическую модель, не только по внешним граням, но и внутри. Для удобства заполнения модели была предложена таблица, фрагмент которой представлен ниже.

При заполнении таблицы эксперты могут использовать имеющуюся статистику, если она отсутствует, то эксперты используют собственный практический опыт и сами оценивают вероятность того или иного события. Для уменьшения влияния субъективного фактора целесообразно не использовать групповые методы экспертизы, когда мнение одних экспертов может повлиять на мнение других. При оценке уязвимости автодорожных развязок туннельного типа должна учитываться компетентность экспертов.

Таблица 1. Фрагмент модели обеспечения комплексной безопасности автодорожных развязок туннельного типа

ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА									
№ п/п	Элемент защиты	Значимость элемента защиты для объекта (от 0-1)	Угроза	Вероятность реализации угрозы (от 0-1)	Ущерб	Величина ущерба (от 0-1)	Меры безопасности	Рейтинг меры безопасности (от 0-1)	Примечание
1.	Участник дорожного движения	1	Авто авария	0,2	Гибель человека в результате аварии	1	Вызов полиции	0,8	

				0,3	Получение тяжких телесных повреждений	0,8	Вызов «Скорой помощи»	0,9	
				0,5	Получение менее тяжких телесных повреждений	0,6	Эвакуация пострадавших	0,9	Через аварийные выходы
				0,3	Стресс	0,3	Эвакуация автотранспорта	0,4	
2.	<b>Автотранспорт</b>	0,5	<b>Пожар в результате ДТП</b>	0,8	Полная потеря автомобиля	1	Применение пожаротушения. Вызов полиции, «Скорой помощи»	0,8	
			Крупная авария	0,4	Дорогой ремонт	0,8	Эвакуация пострадавших	0,9	Через аварийные выходы
			Мелкая авария	0,2	Не дорогой ремонт	0,3	Эвакуация автомобиля	0,5	Через запасные ворота
			Незначительное ДТП	0,2	Без серьезных последствий	0,1	Водоотведение после тушения	0,2	
1	<b>Участники дорожного движения</b>	1	<b>Взрыв и пожар в тоннеле (теракт)</b>	0,3	Гибель участников дорожного движения в результате теракта	1	Применение пожаротушения. Вызов полиции. Вызов «Скорой помощи»	0,6	
				0,8	Получение тяжких телесных повреждений	0,8	Эвакуация пострадавших	0,5	Через аварийные выходы

				0,4	Получение менее тяжелых телесных повреждений	0,7	Эвакуация автомобилей	0,8	Через запасные ворота
				0,2	Получение легких телесных повреждений	0,6	Оповещение и эвакуация	0,4	
2	<b>Опоры тоннеля</b>	0,8	<b>Взрыв и пожар в тоннеле (теракт)</b>	0,6	Полное разрушение	1	Установка временных пор	0,8	
				0,3	Частичное разрушение	0,6	Ремонт основания опор	0,6	

Для проведения экспертизы, целесообразно привлекать от 8 до 12 экспертов. Их мнения после усреднения можно занести в таблицу. Необходимо также вносить данные в куб (трехмерную модель) в виде «+» или «-». Трехмерная модель наглядно покажет, где в системе комплексной безопасности автодорожных развязок туннельного типа есть не защищенные места. Обработки результатов может проводиться как с использованием предложенной формулы, так и с использованием других математических аппаратов (например, теория игр или теория множеств).

Таким образом, разработанная модель оценки уязвимости автодорожных развязок туннельного типа позволяет в наглядной форме представить какие виды угроз могут воздействовать на различные элементы защиты объекта и какие меры безопасности обеспечивают противодействие этим угрозам. Полученные данные позволят провести научно-обоснованные работы по созданию СМИС автодорожных развязок туннельного типа и тем самым значительно сократить (по предварительным экспертным оценкам не менее чем на 50%) риск возникновения аварий на данных объектах. Это позволит уменьшить риск возникновения ДТП с участием электромобилей и других транспортных средств.

#### Список источников

1. Ginzburg A., Kachanov S. Technology for Enhancing Safety of Buildings and Constructions. //International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 10, Number 20 (2015), Research India Publications, 201
2. В.В. Батырев, О.С. Волков, С.А. Качанов Технологии создания структурированных систем мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. //Монография ООО «Альфа-Порте» Новосибирск 2011.
3. С.А. Качанов, Ю.В. Капральный «Комплексное обеспечение безопасности автодорожных развязок туннельного типа». Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны «Гражданская оборона на страже мира и безопасности»
4. С.А. Качанов, Ю.В. Капральный «Современные вызовы и угрозы безопасности критически-важным объектам инфраструктуры». Сборник докладов III международной научной конференции «Современные вызовы и угрозы безопасности». Баня Лука, Республика Сербская, БиГ, март 2023.
5. S. Kachanov «Methodology for monitoring the risks of collapse of roads, buildings and structures due to soil erosion». Book of abstracts International conference on transboundary catchment erosion and pollution problems 19-24 July, 2023|Belgrade, Serbia.

6. С.А. Качанов «Международные экономические аспекты обеспечения безопасности критически-важных объектов инфраструктуры». Сборник трудов III Международной научно-методической конференции «Теория и практика экономики гражданской защиты на страже безопасности жизнедеятельности современного общества». Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. 26 декабря 2023 г.

7. Федеральный закон от 30.12.2009г. №384-ФЗ Технический регламент «О безопасности зданий и сооружений».

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ РЕАГИРОВАНИЯ ГОРОДСКИХ ДЕЖУРНО-ДИСПЕТЧЕРСКИХ СЛУЖБ НА ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЕ ПРОИСШЕСТВИЕ С ЭЛЕКТРОМОБИЛЯМИ

*Качанов С.А.*

*Российско-сербский гуманитарный центр*

*Леонова Е.М.*

*ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)*

**Аннотация.** Статья посвящена актуальной проблеме организации реагирования городских дежурно-диспетчерских служб на дорожно-транспортные происшествия с электромобилями. В ней анализируются существующие методические подходы к реагированию на ДТП, выявляются особенности работы с электромобилями, которые требуют внесения коррективов в традиционные алгоритмы действий. Статья подробно рассматривает специфические риски при дорожно-транспортных происшествиях с электромобилями, необходимость обучения персонала дежурно-диспетчерских служб к работе с электромобилями, важность знания протоколов безопасности.

**Ключевые слова:** городские дежурно-диспетчерские службы, дорожно-транспортное происшествие с электромобилями, электромобиль, протокол реагирования.

## METHODOLOGICAL APPROACHES TO ORGANIZING URBAN DISPATCH SERVICES' RESPONSE TO TRAFFIC ACCIDENTS INVOLVING ELECTRIC VEHICLES

*Kachanov S.A.*

*Russian-Serbian Humanitarian Center*

*Leonova E.M.*

*VNII GOChS (FC)*

**Abstract.** This article addresses the pressing issue of organizing urban dispatch services' responses to traffic accidents involving electric vehicles. It analyzes existing methodological approaches to responding to traffic accidents and identifies the specifics of working with electric vehicles that require adjustments to traditional action algorithms. The article examines in detail the specific risks associated with traffic accidents involving electric vehicles, the need for training dispatch service personnel to work with electric vehicles, and the importance of understanding safety protocols.

**Keywords.** urban dispatch services, traffic accident involving electric vehicles, electric vehicle, response protocol.

## МЕТОДОЛОШКИ ПРИСТУПИ ОРГАНИЗАЦИЈИ РЕАГОВАЊА ГРАДСКИХ ДЕЖУРНИХ-ДИСПЕЧЕРСКИХ СЛУЖБИ НА САОБРАЋАЈНИМ НЕСРЕЋАМА СА ЕЛЕКТРИЧНИМ ВОЗИЛИМА

Качанов С.А.  
Српско-руски хуманитарни центар

Леонова Е.М.  
Све-руски научно-истраживачки институт за проблеме цивилне заштите и ванредних ситуација МЧС Русије

**Апстракт:** Чланак је посвећен актуелном проблему организације реаговања урбаних дежурних-диспечерских служби на саобраћајне удесове са електричним возилима. Анализирани су постојећи методолошки приступи у реаговању на саобраћајне несреће, идентификоване су специфичности рада са електричним возилима које захтевају прилагођавање традиционалних алгорита поступања. Чланак детаљно разматра специфичне ризике у саобраћајним несрећама са електричним возилима, потребу за обуком особља дежурних-диспечерских служби за рад са електричним возилима, и важност познавања безбедносних записника.

**Кључне речи:** градске дежурне-диспечерске службе, саобраћајна несрећа са електричним возилима, електрично возило, записник реаговања.

Новые реалии на автодорогах городов, в частности в целях улучшения экологической обстановки замена автобусов на электробусы, использование экономичных электромобилей — это непрерывный процесс, требующий постоянного совершенствования и внедрения новых методов организации реагирования на дорожно-транспортные происшествия (ДТП) с участием электромобилей. Использование электромобилей предполагает разработку новых способов технического обслуживания и защиты от возможных опасностей, например, взрыва на дорогах литиевых аккумуляторов. Поэтому с ростом популярности электромобилей городские дежурно-диспетчерские службы (ДДС), основной задачей которых является реагирование на чрезвычайные ситуации и происшествия, должны адаптировать свои протоколы реагирования на ДТП под аварии с участием электромобилей.

По состоянию на 1 июля 2024 года в Российской Федерации насчитывается 50,6 тысячи электромобилей [1]. Несмотря на активный рост парка электромобилей, эксперты отмечают, что на их долю приходится всего лишь 0,11% от общего числа зарегистрированных легковых машин [2], темпы создания инфраструктуры для электромобилей в крупных городах Российской Федерации позволяют говорить о том, что их использование растет и становится удобным. Так, в Москве появилось большое количество электрозаправочных станций (ЭЗС) для электромобилей (рисунок 1), что в свою очередь влечет увеличение их количества на дорогах и, как следствие, ДТП с их участием.



Рис.1 – электрозаправочная станция

Если оценивать риски использования, электромобилей то, в первую очередь, это пожароопасность, они содержат литий-ионные батареи, которые могут загореться при повреждении. Во-вторых в электромобилях присутствует высоковольтное напряжение, которое может представлять опасность для спасателей. При этом защищенность салона электромобиля выше, чем в автомашине, имеющим двигатель внутреннего сгорания (ДВС), поскольку у электромобилей нет массивного мотора, расположенного прямо перед водителем, электродвигатели размещаются внизу, возле колес. Из-за этого при лобовом столкновении отсутствует риск повреждения мотора электромобиля. Массивная аккумуляторная батарея электромобиля расположена в днище транспортного средства. К тому же конструкторы стараются защитить ее от повреждений при ДТП, помещая в титановую «броню». Аккумулятор вместе с защитой подобного типа создает своего рода «каркас безопасности» для пассажиров, при аварии принимая удар на себя. Во многом благодаря этому после ДТП салон электромобиля оказывается не поврежден. При этом суммарная энергия столкновения преимущественно приходится на кузов автомобиля классической конструкции, оснащенного двигателем внутреннего сгорания (ДВС). При прочих равных условиях массивная прочная аккумуляторная батарея электромобиля сомнет силовую конструкцию автомобиля с ДВС, то есть безопасность пассажиров электротранспорта в аварии оборачивается более тяжкими травмами для автомобиля с ДВС из обычной машины. Кроме того, как бы ни была конструктивно защищена батарея электромобиля, риск ее повреждения в аварии все-равно имеется. А когда литиевое содержимое батареи оказывается в контакте с кислородом воздуха или водой, начинается неконтролируемая реакция, сопровождающаяся выбросом огромного количества тепла. Горящий литий стандартными пожарными средствами тушить бесполезно. Именно по этой причине пожар аккумулятора столь опасен. Опасна и заправка электромобилей, как и равно стоящих рядом с ним автомобилей с ДВС при повреждении электропроводки заправки и самого электромобиля (рис.2).



Рис.2 – Электромобиль на заправке.

В настоящее время в нормативно-методической практике отсутствуют документы или положения в документах, описывающие действия ДДС при чрезвычайных ситуациях (ЧС) с электромобилями. Необходимо обновление нормативной и методической базы для регулирования безопасности электромобилей и реагирования на ДТП с их участием. С этой целью необходимо внесение изменений и дополнение в следующие документы:

ГОСТ Р 22.7.01– 2021 Безопасность в чрезвычайных ситуациях Единая дежурно-диспетчерская служба. Основные положения [3];

Методические рекомендации по совершенствованию и развитию единых дежурно-диспетчерских служб муниципальных образований субъектов Российской Федерации [4];

Методические рекомендации по организации действий органов государственной власти и органов местного самоуправления при ликвидации чрезвычайных ситуаций [5]

Наставление по организации управления и оперативного (экстренного) реагирования при ликвидации чрезвычайных ситуаций [6].

Также важным шагом должно стать обучение сотрудников дежурно-диспетчерских служб особенностям реагирования на ДТП с электромобилями. Для этого необходимо разработать учебное пособие или отдельные методические рекомендации, в которых должен быть отражен весь спектр действий ДДС при ЧС с участием электромобилей, а также проводиться обучение сотрудников, совместных учений операторов ДДС и сотрудников аварийно-спасательных служб.

Необходимо разработать и закрепить законодательно алгоритмы действий всех экстренных служб, участвующих в ликвидации ЧС с электромобилями. Так, в обязательном порядке при поступлении вызова на 112, необходимо уточнение информации: операторы должны задавать дополнительные вопросы при поступлении вызова о ДТП с электромобилем, чтобы уточнить тип и модель автомобиля, наличие повреждений батареи, уровень заряда, место расположения высоковольтной системы.

При передаче вызова спасателям им должна быть предоставлена полная информация о ДТП, в том числе о наличии электромобиля, его состоянии и потенциальных опасностях, а также согласованы действия с пожарными. В обязательном порядке должно быть обеспечение спасателей специальным оборудованием для работы с электромобилями, включая изолирующие материалы, пожарные одеяла, средства отключения высоковольтных систем.

При реагировании на ДТП с электромобилями необходимо применение технологий для дистанционного отключения высоковольтной системы электромобиля, например, через приложение производителя или систему аварийной помощи.

Важным вопросом является интеграция искусственного интеллекта (ИИ) в деятельность ЕДДС. ИИ позволит:

анализировать данные с датчиков и камер, прогнозировать и предупреждать о потенциальных проблемах, таких как перебои в работе инфраструктуры или массовые скопления людей;

повысить автоматизацию процессов как обработка звонков или создание отчетов.

Необходимо отметить, что адаптация ДДС должна происходить с учетом специфики каждого региона, города, его инфраструктуры, населения и уровня развития технологий. Необходимо уделять особое внимание вопросам кибербезопасности и защиты данных, а также социальным и этическим аспектам внедрения новых технологий.

Реагирование на ДТП с электромобилями требует специальных знаний и навыков, а также соответствующей подготовки и оборудования. Введение методических подходов, специальных протоколов и обучения поможет обеспечить безопасность спасателей и свести к минимуму риски при реагировании на ДТП с электромобилями.

#### **Список источников**

1. Агентство «Автостат» Электронный ресурс, режим доступа: <https://realnoevremya.ru>, дата обращения: 03.08.2024.

2. Бесшумный убийца: почему смертельно опасно попасть в аварию с электромобилем дата обращения: 03.08.2024.

3. ГОСТ Р 22.7.01– 2021 Безопасность в чрезвычайных ситуациях Единая дежурно-диспетчерская служба. Основные положения Электронный ресурс, режим доступа: <https://mchs.gov.ru>. Дата обращения 17.07.2024. Электронный ресурс, режим доступа: <https://mchs.gov.ru>. Дата обращения 27.07.2024.

4. Методические рекомендации по совершенствованию и развитию единых дежурно-диспетчерских служб муниципальных образований субъектов Российской Федерации Электронный ресурс, режим доступа: <https://mchs.gov.ru>. Дата обращения 27.07.2024.

5. Методические рекомендации по организации действий органов государственной власти и органов местного самоуправления при ликвидации чрезвычайных ситуаций Электронный ресурс, режим доступа: <https://mchs.gov.ru>. Дата обращения 27.07.2024.

6. Наставление по организации управления и оперативного (экстренного) реагирования при ликвидации чрезвычайных ситуаций Электронный ресурс, режим доступа: <https://mchs.gov.ru>. Дата обращения 03.08.2024.

## АЛГОРИТМ ИНФОРМИРОВАНИЯ СЛУЖБЫ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ О ПРОИСШЕСТВИЯХ С ВОЗГОРАНИЕМ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

*Качанов С.А.*

*Российско-Сербский гуманитарный центр*

*Грачев В.Л.*

*ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)*

**Аннотация.** В статье рассмотрены варианты автоматизированной формализованной передачи данных о типах двигателей транспортных средств в региональные системы-112. Эти методы помогут ускорить подготовку научно обоснованных практических решений по реагированию службы пожарной охраны на происшествия, связанные с возгораниями электромобилей. Обоснован и рекомендован легитимный, информационно адекватный и технически реализуемый алгоритм передачи сведений о типах двигателей, содержащихся в базах данных Государственной инспекции безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации. Предлагается, чтобы эта передача осуществлялась через государственную информационную систему «Централизованная система сбора информации систем-112» (ГИС ЦССИ-112) и официальные каталоги производителей электромобилей.

**Ключевые слова:** пожарная охрана, электромобили, передача данных, система-112.

## ALGORITHM FOR INFORMING THE FIRE SERVICE ABOUT ELECTRIC VEHICLE FIRES

*Kachanov S.A.*

*Russian-Serbian Humanitarian Center*

*Grachev V.L.*

*VNII GOChS (FC)*

**Abstract.** The article examines automated and formalized data transmission methods regarding vehicle engine types to regional 112 systems. These methods will help accelerate the preparation of scientifically grounded practical solutions for the fire service's response to incidents involving electric vehicle fires. A legitimate, information-adequate, and technically feasible algorithm for transmitting engine type data contained in the databases of the State Traffic Safety Inspectorate of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation is substantiated and recommended. This transmission is suggested to occur via the "Centralized Information System 112" (GIS CSSI-112) and official catalogs of electric vehicle manufacturers.

**Keywords:** fire service, electric vehicles, data transmission, 112 system.

## АЛГОРИТАМ ЗА ОБАВЕШТАВАЊЕ ВАТРОГАСНЕ СЛУЖБЕ О ПОЖАРИМА У ЕЛЕКТРИЧНИМ ВОЗИЛИМА

*Качанов С.А.*

*Српско-руски хуманитарни центар*

*Грачев В.Л.*

*Све-руски научно-истраживачки институт за цивилну заштиту и ванредне ситуације,  
Министарство за ванредне ситуације Русије*

**Апстракт.** У чланку се испитују аутоматизовани и формализовани начини преноса података о врстама мотора возила у регионалне системе 112. Ове методе ће помоћи у убрзању припреме научно утемељених практичних решења за реакцију ватрогасне службе на инциденте везане за пожаре у електричним возилима. Оправдава се и препоручује легитиман, информативно адекватан и технички изводљив алгоритам за пренос података о врстама мотора садржаних у базама података Државне саобраћајне инспекције Министарства унутрашњих послова Руске Федерације. Предлаже се да се овај пренос обавља путем „Централизованог информационог система 112“ (GIS CSSI-112) и званичних каталога произвођача електричних возила.

**Кључне речи:** ватрогасна служба, електрична возила, пренос података, систем 112.

В статье рассмотрены варианты автоматизированной формализованной передачи данных о типах двигателей транспортных средств в региональные системы-112, которые позволят ускорить подготовку научно-обоснованных практических решений по реагированию службы пожарной охраны на происшествия, связанные с возгораниями электромобилей. Обоснован и рекомендован легитимный, информационно адекватный и технически реализуемый алгоритм передачи сведений о типах двигателей, содержащихся в базах данных Государственной автомобильной инспекции Министерства внутренних дел Российской Федерации (далее – Госавтоинспекция), посредством их заблаговременного размещения в хранилище данных государственной информационной системы «Централизованная система сбора информации систем-112» (ГИС ЦССИ-112) и официальных каталогов производителей электромобилей.

Как показано в [1, 2, 3], в целях качественной подготовки к реагированию на происшествия с автомобилями заблаговременное предупреждение о типе (двигателя) транспортного средства актуально как минимум для службы пожарной охраны (и иных аварийно-спасательных служб в случае их привлечения к реагированию).

Автоматически эти данные будут переданы только при срабатывании устройства вызова экстренных оперативных служб (далее – УВЭОС), установленного на попавшем в происшествие транспортном средстве, поскольку в состав минимального набора данных, передаваемого из Государственной автоматизированной информационной системы (далее – ГАИС) «ЭРА-ГЛОНАСС» в систему-112 [3], включен параметр `vehiclePropulsionStorageType`, определяющий тип двигателя транспортного средства и его энергоносителя. Для идентификации электромобилей выделен бит 4, принимающий значение 1. Тип транспортного средства, необходимый для понимания сотрудниками службы пожарной охраны возможных масштабов возгорания (в случае, например, возгорания электробуса), также передается в составе минимального набора данных.

Однако идентификаторы типа двигателя и типа транспортного средства будут автоматически переданы только в случае срабатывания датчика удара УВЭОС или голосового вызова из пострадавшего транспортного средства посредством УВЭОС. При этом необходимо отметить наличие ошибок в базе данных ГАИС «ЭРА-ГЛОНАСС», в том числе в части соответствия типа двигателя транспортного средства сведениям базы данных Госавтоинспекции и каталожным описаниям производителей.

В случае обращения посредством телефонного вызова необходим дополнительный опрос заявителя со стороны сотрудника операторской службы системы-112 (при вызове по единому номеру «112») или со стороны диспетчера диспетчерской службы пожарной охраны (при вызове по номеру «101»). Также в случае дорожно-транспортного происшествия возможен вариант обращения по номеру «102», когда заявитель сообщает о возгорании «походя». С учетом ограниченности познаний большинства граждан о типе двигателей конкретных образцов транспортных средств самым подходящим представляется вопрос о государственном регистрационном знаке, по которому из базы данных Госавтоинспекции может быть получена информация о том, что в происшествии участвует электромобиль.

Одним из вариантов получения данных о типе двигателя транспортного средства

(рис.1) является автоматическое обращение (сразу после занесения сотрудником операторского персонала системы-112 государственного регистрационного знака транспортного средства в унифицированную карточку информационного обмена) региональной системы-112 напрямую к базе данных Госавтоинспекции с дальнейшей передачей информации в диспетчерскую службу.

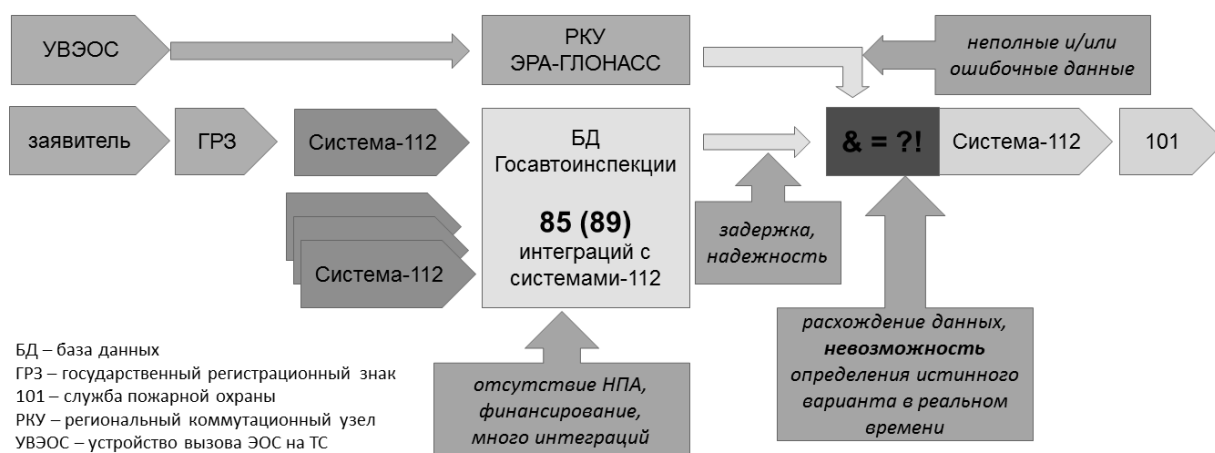


Рис. 1 – Алгоритм варианта получения данных о типе двигателя транспортного средства прямым обращением региональной системы-112 к базе данных Госавтоинспекции

Недостатками алгоритма являются:

отсутствие нормативных правовых оснований для прямого взаимодействия региональных систем-112 и Госавтоинспекции;

отсутствие финансирования для проведения данных работ;

сложность проведения интеграции Госавтоинспекции со всеми региональными системами-112;

неопределенная надежность информационной системы Госавтоинспекции, задержки в ответе;

неполнота и/или ошибочность данных ГАИС «ЭРА-ГЛОНАСС»;

невозможность определения истинного варианта сведений в случае расхождения данных Госавтоинспекции и ГАИС «ЭРА-ГЛОНАСС».

Недостатки (риски) указанного подхода можно устранить использованием информационной системы (посредника), которая заблаговременно сверит и актуализирует информацию о транспортном средстве. В качестве указанного посредника может выступить ГИС ЦССИ-112 [4], реализуемая по заказу МЧС России на базе единой цифровой платформы Российской Федерации «ГосТех» и предназначенная для объединения в единое информационное пространство пользователей и баз данных региональных систем-112. Оператором ГИС ЦССИ-112 является МЧС России. Схема ГИС ЦССИ-112 представлена на рис.2.

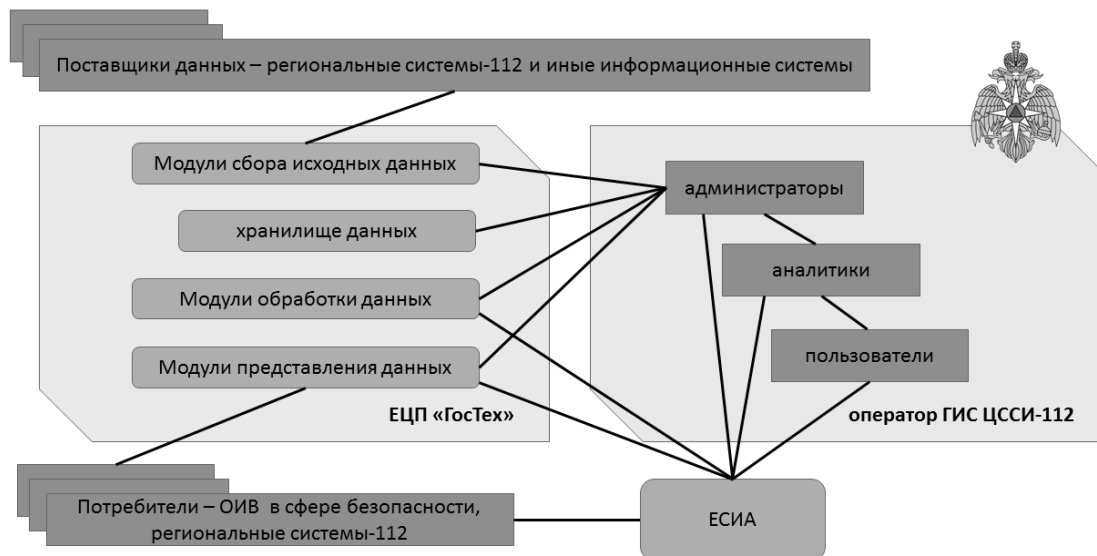


Рис. 2 – Схема ГИС ЦССИ-112

Поставщиками данных ГИС ЦССИ-112 являются региональные системы-112, потребителями обработанной информации - МЧС России, МВД России, Минобороны России, Росгвардии, ФСБ России, Минтранс России и Минздрав России, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, организации, обладающие компетенциями в сфере общественной безопасности и в функциональные обязанности сотрудников которых входят действия по реагированию (в широком смысле) на ЧС и происшествия. Обработанная информация может быть передана в региональные системы-112.

Техническая (технологическая) платформа ГИС ЦССИ-112 обеспечивает сбор, комплексную обработку и представление данных в зависимости от компетенций и допусков пользователей. Компонентная схема ГИС ЦССИ-112 представлена на рисунке 3.

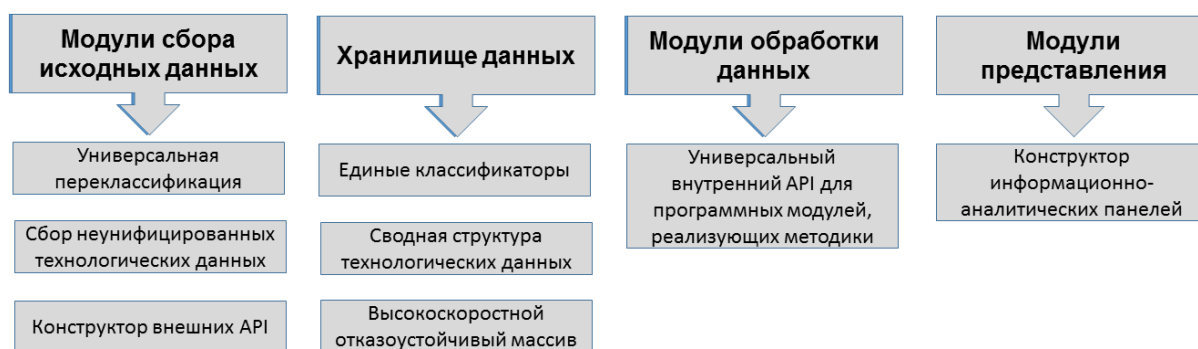


Рис. 3 – Компонентная схема ГИС ЦССИ-112

Комплекс модулей обработки данных будет позволять дополнение набора модулей (изменение существующего модуля) без проведения реструктуризации иного программного обеспечения, то есть использование универсального внутреннего программного интерфейса для подключения модулей. В целях развития функциональности предполагается разработать конструктор программных интерфейсов (API) для обеспечения расширения набора взаимодействующих систем – поставщиков информации без изменения программного кода ГИС ЦССИ-112.

Предварительно проведенный расчет показал, что предложенное решение по размещению информации о типе транспортного средства и типе двигателя в ГИС ЦССИ-112 обеспечит коэффициент готовности 0,995, время отклика до 3 секунд.

Технологически ГИС ЦССИ-112 способна обеспечить прием информации из базы данных Госавтоинспекции и других систем о транспортных средствах в требуемых объемах,

перекодирование данных в единую структуру, сравнение данных из разных источников между собой и передачу этих сведений в заинтересованные информационные системы, актуализацию данных, хранение данных. Обработанные таким образом данные об автомобиле, заранее полученные из базы данных Госавтоинспекции по государственному регистрационному знаку в качестве идентификатора, могут быть незамедлительно переданы по запросу в региональную систему-112.

Алгоритм варианта получения данных о типе двигателя транспортного средства через ГИС ЦССИ-112 представлен на рис. 4

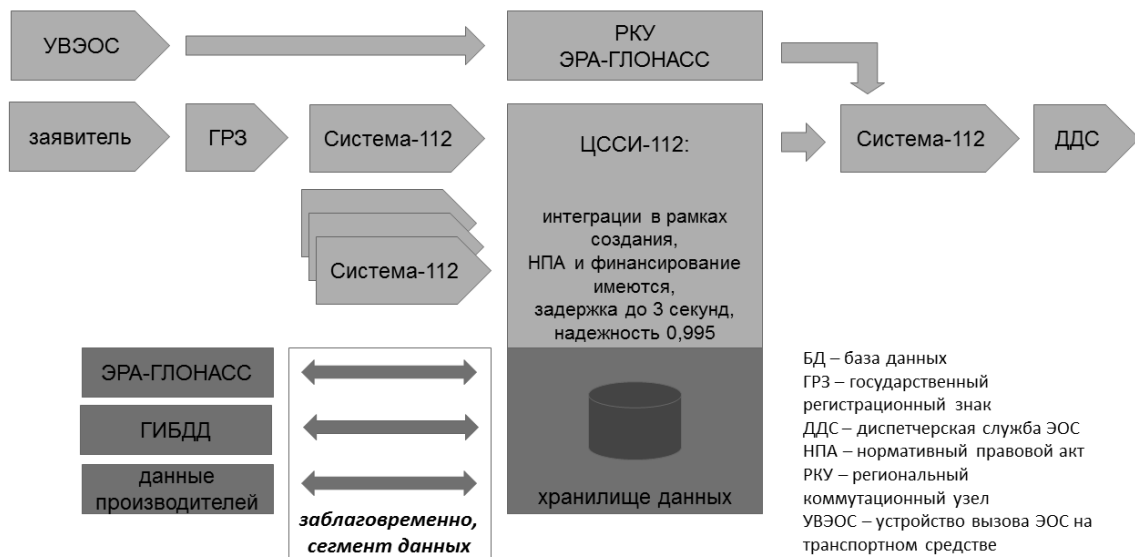


Рис. 4 – Алгоритм варианта получения данных о типе двигателя транспортного средства через ГИС ЦССИ-112.

В Российской Федерации необходимая нормативно-правовая основа для передачи сведений в ГИС ЦССИ-112 как из региональных систем-112, так и из базы данных Госавтоинспекции создана в контексте роли МЧС России как координатора создания, организации функционирования и развития системы-112, МВД России как участника координации. Необходимые финансовые и технические ресурсы для предложенного решения могут быть рассмотрены в рамках проекта по созданию сервиса сбора информации региональных систем-112.

Алгоритм решения по передаче сведений о типе двигателя транспортного средства в региональные системы-112 и далее в службу пожарной охраны в целях эффективного реагирования на возгорания электромобилей посредством ГИС ЦССИ-112 предложен впервые.

Актуальность обусловлена необходимостью научно-методической поддержки развития системы-112, в том числе создания и последующего развития ГИС ЦССИ-112.

#### Список источников.

1. Качанов С.А., Грачев В.Л. Особенности обработки вызовов по единому номеру «112» о происшествиях с электромобилями // Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Тушение пожаров и проведение аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий ДТП с электромобилями» – 2024.
2. P. Sun, R. Bisschop, H. Niu, X. Huang. A Review of Battery Fires in Electric Vehicles – Fire Technology, 56 – 2020 – URL: <https://doi.org/10.1007/s10694-019-00944-3>.
3. Канонин Ю. Н., Лыщик А. В. Пожарная опасность электромобилей // Бюллетень результатов научных исследований. – 2023. – Вып. 1. – С. 38–51. DOI: 10.20295/2223-9987-2023-1-38-51
4. Приказ от 01.10.2015 Минтранса России № 293, МЧС России № 525 «Об утверждении типовой формы соглашения о порядке информационного взаимодействия между оператором

Государственной автоматизированной информационной системы «ЭРА-ГЛОНАСС» и уполномоченными органами государственной власти субъектов Российской Федерации, на территориях которых введена в эксплуатацию система обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112».

5. Приказ МЧС России от 13.07.2024 № 481 об утверждении Концепции создания (развития) государственной информационной системы «Централизованная система сбора информации систем-112» и создании государственной информационной системы «Централизованная система сбора информации систем-112».

## ПЕРЕНОСНЫЕ ИМПУЛЬСНО-ТЕПЛОВЫЕ НОЖНИЦЫ

Маточкин Д.Б.  
ООО «СКИФ» Технологии машиностроения»

Маркин Ю.В.  
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

**Аннотация.** Экспериментально обосновано применение нового источника энергии для привода аварийно-спасательного инструмента. Разработка конструкции аварийно-спасательного инструмента. Спасение людей основная задача, имеющая особую государственную важность и приоритет дальнейшего развития.

**Ключевые слова:** аварийно-спасательный инструмента, инструмента с пиротехническим приводом, переносные импульсно-тепловые ножницы.

## PORTABLE PULSE-THERMAL SCISSORS

Matochkin D.B.  
Skif "TM" LLC

Markin Yu.V.  
VNII GOChS (FC)

**Abstract.** *The use of a new energy source for the drive of an emergency rescue tool is experimentally justified. Development of the design of an emergency rescue tool. Saving people is the main task of special national importance and a priority for further development.*

**Key words:** *emergency rescue tool, pyrotechnic driven tool, portable pulse-thermal scissors.*

## ПРЕНОСНЕ ИМПУЛСНО-ТЕРМАЛНЕ МАКАЗЕ

Маточкин Д.Б.  
«СКИФ» Технологии машиностроения»

Маркин Ју. В.  
Све-руски научно-истраживачки институт за проблеме цивилне заштите и ванредних ситуација МЧС Русије (Савезни центар за науку и високе технологије)

**Апстракт.** Експериментално је оправдана примена новог извора енергије за покретање (напајање) алата за хитну и спасилачку употребу. Развијен је дизајн алата за хитну и спасилачку употребу. Спасовање људи је главни задатак од посебне државне важности и приоритет за даљи развој.

**Кључне речи:** алат за хитну и спасилачку употребу, пиротехнички алат, преносне импулсно-термалне ножице.

В современном мире имеет тенденцию к повышению уровень чрезвычайных ситуаций, связанных с разрушением механических и строительных конструкций.

Необходимо внедрение высокоэффективных инновационных технологий в сфере аварийно-спасательного оборудования, с помощью которого увеличивается быстрота оказания помощи пострадавшим во время чрезвычайных ситуаций, что является одним из важнейших критериев работы спасателей.

Внедрение аварийно-спасательного инструмента с пиротехническим приводом поможет сократить время оказания помощи пострадавшим во время чрезвычайных ситуаций. За счёт небольшого веса и размеров работать им может один человек.

Для определения масса-габаритных характеристик аварийно-спасательного оборудования модульного типа проведены исследования процесса соударения твердых тел при взаимодействии с подвижным режущим лезвием приводимом в движение энергией пороховых газов.

Проведено численное исследование моделирования физических процессов, происходящих при разрушении металлических образцов (пруток арматуры А-VI диаметр 22 мм, труба круглая наружный диаметр 24 мм, толщину стенки 3 мм., трубы квадратного сечения 24 х 24 х 3). Размеры: серповидного лезвия - 93×55×20 мм; плоского лезвия – 75×30×10 мм, угол заточки у обоих лезвий - 10°. Решена трехмерная задача динамического взаимодействия твердого движущегося тела с преградой (рис. 1 и рис.2) и ее разрушением.

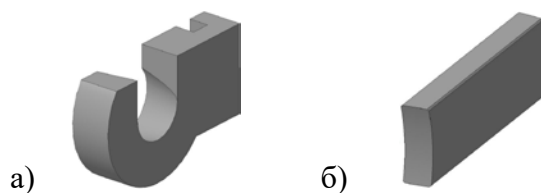


Рис. 1 - Лезвия: а) серповидное лезвие; б) плоское лезвие

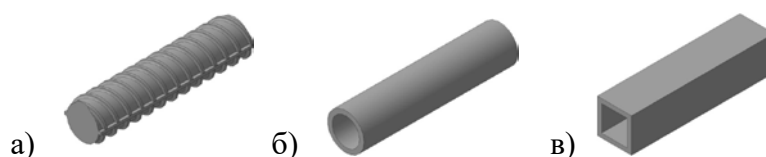


Рис. 2 - Образцы разрушаемого материала: а) арматура; б) круглая труба; в) квадратная труба

Данный класс задач рассматривается как сложная совокупность разнообразных физических процессов, таких как детонация взрывчатых веществ, распространение силовых ударных волн, свойств материалов и других, связанных с высоко-динамичным выбросом энергии, высокими давлениями и температурами [1, С. 53-65].

Структурными элементами поставленной задачи, динамического взаимодействия твердого тела с преградой, являются упругие элементы с определяющим соотношением в форме закона Гука. Взаимодействующие объекты рассматривались как гипоупругие тела.

При исследовании использовались нагруженные модели, в которых предел текучести изменялся в зависимости от деформации, скорости деформации и температуры.

Во всех трех случаях диаграммы напряжений показывают, что максимальные напряжения возникают в кромке лезвия.

При разрезании арматуры основную часть процесса взаимодействия лезвия и арматуры имеет место срез одной части арматуры относительно другой, смятие арматуры не вносит существенного вклада в процесс.

На рис. 3, 4, 5 показаны этапы результата компьютерного эксперимента процесса взаимодействия лезвий с образцами.

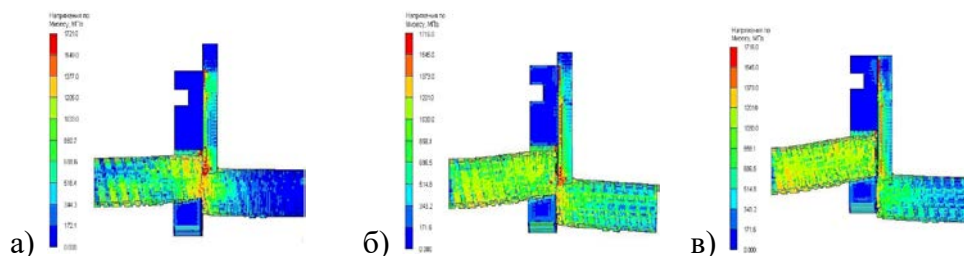


Рис. 3. Динамика разрезания арматуры лезвиями

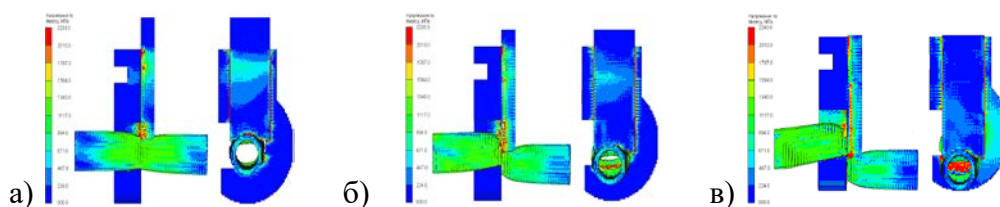


Рис. 4. Динамика разрезания трубы круглого сечения лезвиями

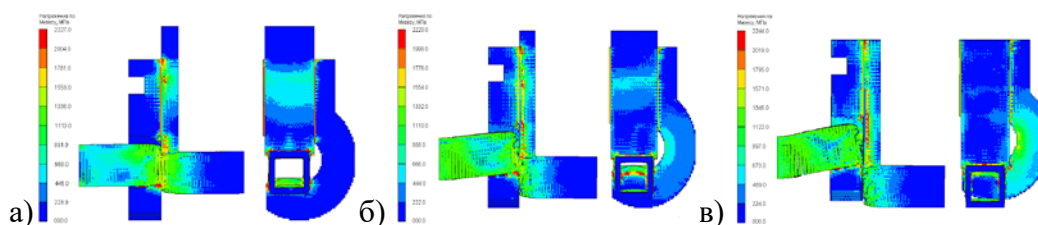


Рис. 5 - Динамика разрезания трубы квадратного сечения лезвиями

Взаимодействие лезвий с трубой круглого сечения показывает, что большую часть процесса имеет место смятие трубы и лишь на завершающем этапе имеет место срез трубы.

Разрезание трубы квадратного сечения лезвиями характеризуется равнозначностью процессов смятия и среза трубы, это объясняется тем, что внутренние углы квадратной трубы являются концентраторами напряжений и как следствие еще на этапе процесса смятия в углах трубы образуются трещины, развитие этих трещин ведет к интенсивному разрушению по всему сечению трубы.

Проведенные исследования позволили установить основные закономерности процесса разрезания металлических образцов. Также, компьютерное моделирование процесса разрезания позволило установить основные зависимости внутрибаллистических параметров и характеристики макета в целом. Результатом моделирования стала разработка инновационной схемы режущего инструмента (определены характеристики энергии пороховых газов, рассчитана потребная для разных задач их масса) для пиротехнического привода. [2].

Разработана конструкция аварийно-спасательного инструмента для расчленения конструкции автомобиля, потерпевшего аварию, обеспечения доступа к горящим объектам, в других чрезвычайных ситуациях.

На рис. 6 показан действующий опытный макет аварийно-спасательного инструмента с пиротехническим приводом.



Рис. 6 - Действующий опытный макет аварийно-спасательного инструмента с пироприводом

Инструмент отличается от аналогов использованием пиротехнического заряда для придания кинетической энергии исполнительному механизму, который способен резать металл и разрушать неметаллические конструкции, проделывать и расширять проходы в ситуациях отсутствия источников энергии со значительным сокращением времени в сравнении с используемыми в данное время технологиями. Позволяет сократить время спасательных операций, значительно расширить область применения одного и того же аварийно-спасательного инструмента (АСИ) в различных средах и условиях, в т.ч. в условиях экстремальных температур  $-50\dots+60^{\circ}\text{C}$ .

Решена задача высокой мобильности инструмента, его веса, и существенным сокращением временем развертывания в рабочее состояние.

Техническая новизна принципиальных инженерных решений аварийно-спасательного инструмента с пиротехническим приводом защищена патентами РФ.

На рис. 7 показана разрабатываемая модель опытного образца аварийно-спасательного инструмента с пиротехническим приводом.



Рис. 7 - Модель опытного образца аварийно-спасательного инструмента с пироприводом

Практика показала актуальность и востребованность в данном оборудовании: автомобильные аварии, резонансные пожары в местах массовых скоплений людей при проведении массовых мероприятий [3].

Применение инструмента с пиротехническим приводом службами МЧС приведёт к сокращению времени проведения спасательных операций, повышению оперативности, и качества выполнения аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий, пожарах, землетрясениях.

#### **Список источников**

1. Липанов А. М., Вахрушев А. В., Федотов А. Ю. Исследование динамического взаимодействия твердых тел методами математического моделирования / Вестник ЮУрГУ. Серия "Математическое моделирование и программирование" (Вестник ЮУрГУ ММП), Т. 8, № 1, С. 53-65, 02/2015.
2. Патент RU 2696912, 07.08.2019.
3. Официальный сайт Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России). – [mchs.gov.ru](http://mchs.gov.ru).

## ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГЛОБАЛЬНОГО РЫНКА ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА В УСЛОВИЯХ ЗАМЕДЛЯЮЩЕГОСЯ «ЭНЕРГОПЕРЕХОДА»

*Мун Д.В.*

*ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)*

**Аннотация:** автор на основе ретроспективного анализа всемирной индустрии электротранспорта за более чем столетнюю историю выделяет основные проблемные моменты, в первую очередь проблемы непрерывного глобального удорожания первичной энергии и техническое несовершенство электромобилей, которые сдерживали и продолжают сдерживать развитие данного вида транспорта, и предлагает пути повышения безопасности их эксплуатации.

**Ключевые слова:** электромобиль, пожарная безопасность, энергопереход, «зеленая энергетика».

## PROBLEMS AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE GLOBAL ELECTRIC VEHICLE MARKET IN THE CONTEXT OF A SLOWING "ENERGY TRANSITION"

*Mun D.V.*

*VNII GOChS (FC)*

**Abstract:** Based on a retrospective analysis of the global electric vehicle industry over more than a century, the author identifies key issues, primarily the continuous global increase in the cost of primary energy and the technical imperfections of electric vehicles, which have hindered and continued to hinder the development of this mode of transport. The author also proposes ways to enhance the safety of their use.

**Keywords:** electric vehicle, fire safety, energy transition, green energy.

## ПРОБЛЕМИ И ПЕРСПЕКТИВЕ РАЗВОЈА ГЛОБАЛНОГ ТРЖИШТА ЕЛЕКТРИЧНИХ ВОЗИЛА У УСЛОВИМА УСПОРЕНОГ „ЕНЕРГЕТСКОГ ПРЕЛАЗА“

*Мун Д.В.*

*Све-руски научно-истраживачки институт за цивилну заштиту и ванредне ситуације,  
Министарство за ванредне ситуације Русије*

**Апстракт:** Аутор на основу ретроспективног анализа светске индустрије електричних возила током више од једног века истиче главне проблематичне тачке, пре свега проблем континуираног глобалног покушљања примарне енергије и техничке недостатке електричних возила, који су успоравали и настављају да успоравају развој овог вида транспорта, и предлаже начине за повећање безбедности.

**Кључне речи:** електрично возило, безбедност од пожара, енергетски прелаз, „зелена енергија“.

*«Самым многообещающим типом автомобиля в будущем можно считать электрический, но пока он ещё недостаточно усовершенствован. Электрические двигатели не дают ни шума, ни копоти, они, бесспорно, удобнее и совершеннее всех других...»*

*Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона, 1907 г.*

К вопросу об обеспечении пожарной безопасности выпускаемых в настоящее время электромобилей хотелось бы отметить следующее.

Сегодня мы говорим о начавшемся несколько лет назад буме электротранспорта, и видим, как казалось бы активно электромобили вытесняют с глобального транспортного рынка машины с традиционными двигателями внутреннего сгорания (ДВС), использующие ископаемое топливо. Однако однозначно говорить о том, что будущее за электромобилями и дни традиционных авто сочтены, было бы неверно.

В начале 20-го века электромобили уже пытались занять доминирующее положение на глобальном автомобильном рынке. Их главные преимущества – такие как тишина, экологичность, простота конструкции и высокий КПД, общеизвестны, а недостатки – такие как ограниченность хода и нестабильность эксплуатации при экстремально низких температурах – при наличии достаточных инвестиций и привлечении талантливых изобретателей были вполне устранимы. Ведь одним из главных положительных свойств рыночной экономики является эффективность реагирования бизнеса, то есть предложения, на общественные потребности, то есть спрос.

Ведь уже сто лет назад электромобили обладали весьма приемлемыми потребительскими качествами: при крейсерской скорости в 32 км/час на одной зарядке можно было проехать 130 км! При этом мало кто помнит, что электромобиль стал первым дорожным транспортным средством, который аж в 1899 году преодолел планку скорости в 100 км/ч. В то время бензиновые авто не могли похвастаться такой резвостью.

Но главное качество – комфорт! Электромобили могли похвастаться удобным салоном с хорошей отделкой, и главное – они были более надежными в эксплуатации (там в принципе ломаться нечему) и практически бесшумными. Как раз жуткий шум и неприятные запахи, а также необходимость применения грубой физической силы для запуска бензинового двигателя и отталкивали от покупки машин с ДВС обеспеченных, уважаемых людей, особенно женщин, почему они и предпочитали электромобили.

И у электромобилей был другой неоспоримый плюс. В начале XX века в крупных городах США активно развивалась сеть зарядных станций. При этом бензоколонок практически не было, а бензин приходилось покупать... в аптеках.

И возможно, технический прогресс пошел бы и дальше по пути совершенствования конструкции электромобилей и устранения их недостатков. Но кое-что пошло не так. Электромобили вдруг скоропостижно сошли со сцены, уступив место бензиновым авто.

Так, еще в 1910 году 38% всех продаваемых автомобилей в США были оснащены электродвигателями. Но уже спустя 10 лет этот показатель был равен нулю. С этого времени на рынке автопроизводителей стали абсолютно доминировать автомобили с ДВС.

И главной причиной данного разворота стала нефть, а точнее открытие больших месторождений в США и других странах, а также совершенствование методов ее переработки. Нефтяные магнаты, такие как Джон Рокфеллер, вероятно пойдя на сговор с ведущими производителями автомобилей, такими как Генри Форд, приложили значительные усилия для того, чтобы в честной рыночной борьбе вытеснить электромобиль.

В результате топливо для ДВС стало дешевым и повсеместно доступным, автомобили с ДВС получили необходимые усовершенствования конструкции (например, зажигание), и стали более надежными, тихим и экономичными, а уж про запас хода и говорить нечего.

Главным свойством рыночной / капиталистической экономики – является стремление капиталистов получить максимальную прибыль при минимальных вложениях. Чем больше растет рынок – тем более выгодно вкладываться в инновации. Здесь работает так называемый парадокс Джевонса – явление, широко описанное в экономической теории, когда технологический прогресс, увеличивающий эффективность использования какого-либо ресурса, увеличивает (а не уменьшает) объем его потребления. Этот эффект был описан еще в

1865 году, то есть во времена Первой технологической революции, английским экономистом Уильямом Стэнли Джевонсом, который зафиксировал, что технологические усовершенствования тех лет, значительно увеличившие эффективность использования угля, вместо снижения потребления ископаемого топлива напротив, привели к повсеместному увеличению его использования.

То же самое произошло и с нефтью. Те автопроизводители, которые сделали ставку на ДВС, имели больше возможностей вкладываться в усовершенствование своей продукции, чем производители электрокаров, терпевшие убытки на стремительно сокращавшемся рынке.

Таким образом именно потребители, которые в большинстве своем не сильно озабочены заботой о глобальной экологии в своем желании получить дешевое и эффективное средство передвижения, своими кошельками сделали решающий выбор в пользу автомобилей с ДВС и практически перестали приобретать тихие и уютные электромобильчики. И решающую роль в этом сыграла доступность нефти как главного энергоресурса той эпохи.

Исходя из вышеизложенного, напрашивается следующий вывод: не стоит рассматривать перспективы развития мирового рынка электротранспорта без привязки к трендам мирового рынка энергоносителей.

А главным нынешним трендом мирового рынка энергоносителей является непрерывный рост спроса на фоне непрерывно растущей численности населения Земли. По состоянию на август 2024 года, население Земли составляет 8,17 миллиарда человек. По прогнозам от департамента ООН по экономическим и социальным вопросам (ДЭСВ) ООН, в ближайшие 60 лет население Земли продолжит расти, достигнув 10,3 млрд к середине 2080-х годов. В ООН отдельно подчеркивают, что вероятность достижения пика в этом веке составляет 80%.

Поэтому основным вызовом мировой нефтяной отрасли в XXI веке является необходимость обеспечения постоянно увеличивающегося спроса по стороны потребителей в условиях значительного истощения запасов нефтяных ресурсов в традиционных добывающих регионах. Этим же обусловлен тот факт, что стабильный спрос на углеводороды вкупе с усложнением условий его добычи формирует закономерный рост стоимости нефтепродуктов, необходимых для автомобилей с ДВС. И сегодня бензин и дизель уже не столь дешевы для потребителей, как это было сто лет назад.

Более того, страны экспортеры нефти сегодня находятся в более выгодном экономическом положении, чем экономически развитые страны импортеры, вынужденные идти на условия, диктуемые картелем ОПЕК+.

И экономически развитые страны во главе с США не может не беспокоить сложившееся положение дел. Первая попытка снизить зависимость от нефти, и заодно придать импульс развитию индустрии возобновляемых источников энергии (ВИЭ), или так называемой зеленой энергетике, была предпринята Америкой еще в середине 70-х годов прошлого века.

Так, после первого нефтяного шока 1973 года, последовавшего за войной «Судного дня» и повышения арабскими странами нефтяных цен для поддержавших Израиль США и его союзников, цена на нефть на американском рынке взлетела практически в четыре раза - с трех до двенадцати долларов за баррель. И в своём выступлении 18 апреля 1977 года президент США Джимми Картер выступил с обращением к нации, призвав потребителей «оглянуться назад в историю, чтобы понять нашу энергетическую проблему. Дважды за последние несколько сотен лет люди меняли способы использования энергии... Поскольку сейчас у нас заканчиваются газ и нефть, мы должны быстро подготовиться к третьему изменению — к строгому сохранению и возобновлению использования угля, а также к постоянным возобновляемым источникам энергии, таким как солнечная энергия».

Окончательно термин «энергопереход» новым и возобновляемым источникам энергии был оформлен в качестве глобального тренда уже после второго нефтяного шока 1979 года (Иранская революция), принятием соответствующей резолюции на конференции Организации Объединённых Наций в Найроби 1981 года.

Именно под эгидой защиты экологии и перехода к зеленой энергетике, благодаря наличию политической воли крупнейших стран-потребителей углеводородов, началась вторая жизнь индустрии электромобилей. И действительно, под удобоваримым соусом защиты

окружающей среды от нарастающих климатических изменений, связанных с глобальным потеплением, ряд экономически развитых стран начал системно вкладывать государственные ресурсы, собираемые с добросовестных налогоплательщиков, в развитие индустрии электротранспорта, в первую очередь в городской среде. И именно вследствие инвестирования огромных государственных средств в разработку и производство электрокаров, в создание необходимой для них инфраструктуры, в льготы и субсидии всем потребителям, которые сделают «правильный» выбор в пользу покупки электромобиля, и появились весьма продвинувшиеся в техническом исполнении «Теслы» и медиазвезды вроде Илона Маска.

Действительно, согласно данным британской The Guardian, мировые продажи электромобилей в начале 2020-х годов резко увеличились на 43%, примерно до 3 млн единиц в год по всему миру. В некоторых богатых странах, например в Норвегии, электрокары уже составляют более половины всех продающихся автомобилей, а их общая доля в транспортном парке страны достигает 75%. К 2025 году эта северная страна намерена полностью отказаться от продаж новых транспортных средств на бензине и дизеле; ведь благодаря эксплуатации гигантских месторождений в Северном море проблем с электричеством у Норвегии нет.

### Топ-10 стран по продажам электромобилей за 2020 год

Страна	Количество (тыс. шт.)
Китай	1337
Германия	398
США	328
Франция	194
Великобритания	181
Норвегия	108
Швеция	96
Нидерланды	90
Италия	61
Южная Корея	52

Источник: по данным агентства Statista.

Но так ли это на самом деле? Ведь электростанции также оставляют после себя продукты переработки, а экологичных ветряных или гидро - электростанций на все даже существующие электромобили, не говоря о планируемых к производству, явно не хватит.

Более половины (55%) общемировых затрат на климат за 2011–2018 годы было потрачено на солнечную и ветровую энергетику — в сумме 2,0 триллиона долларов. Несмотря на это, в 2018 году ветровая и солнечная энергетика производила всего 3% от мирового энергопотребления, в то время как ископаемые энергоносители (нефть, уголь и газ) производили в общем 85%<sup>1</sup>.

Продолжающиеся гигантские инвестиции в ВИЭ (в 2021 году в мире было вложено более 365,9 млрд. долларов США) позволили увеличить их суммарную мощность (без учета ГЭС) до уровня 20,4%<sup>2</sup> в мировом энергобалансе. Мировыми лидерами по установленной электрической мощности ВИЭ являются Китай, США, Бразилия, Индия и Германия. Притом, что если брать за основу только классическую ветровую и солнечную энергию, то в мировом энергобалансе в 2022 году выросла всего до 12%.

<sup>1</sup> ÓhAiseadha, C.; Quinn, G.; Connolly, R.; Connolly, M.; Soon, W. Energy and Climate Policy — An Evaluation of Global Climate Change Expenditure 2011–2018. Energies 2020, 13, 4839.

<sup>2</sup> Источник: IRENA: Renewable Capacity Statistics 2022

Тем не менее, несмотря на все принимаемые по «энергопереходу» меры, в структуре мировой выработки электрической энергии в 2021 году весьма неэкологичный каменный уголь остался доминирующим видом топлива, используемым при производстве электрической энергии, а его доля в суммарной выработке электрической энергии даже увеличилась по сравнению с 2020 годом с 35,1 % до 36 %.

Также следует отметить широко известный факт, что традиционные ВИЭ - солнечные панели и прочие ветряки, даже будучи введенными в строй, требуют больших расходов на их содержание, и поэтому не могут рыночно конкурировать с традиционной энергетикой, а существуют сегодня только при господдержке. И чтобы выйти из положения и найти источники продолжения развития ВИЭ, страны ЕС обложили дополнительными налогом страны, использующие ископаемое топливо для производства ветряков и панелей, также которые идут на установку в ЕС и США. Однако, по мере роста объемов установленной мощности ветряков и солнечных панелей, далее ВИЭ, требуется всё больше и больше субсидий. И это замкнутый круг.

Поэтому неудивительно, что без поддержки на госуровне, в «честной» рыночной конкуренции электрокары по-прежнему сильно проигрывают автомобилем с ДВС. Они значительно дороже, капризны в экстремальных климатических условиях, и по-прежнему не имеют такого запаса хода, то есть по сути такой свободы передвижения, как бензиноводизельные конкуренты. При этом если любой современный автомобиль с ДВС имеет ресурс от 100 тыс. км пробега и более, то для аккумулятора электрокара, согласно оценкам потребителей, уже после 50 тысяч километров пробега потеря емкости составляет 20% и более.

Также сдерживающим развитие электротранспорта фактором является стабильный рост цен на электроэнергию. При этом, в тех же самых вышеупомянутых странах, которые активно реализуют комплексный переход на возобновляемую «зеленую энергетiku», рост цен на бытовое электричество растет намного быстрее роста стоимости первичных энергоносителей. И это связано напрямую с попыткой внедрить в национальные энергосети, основную долю которых составляет энергия углеводородного сырья или «мирный атом», нестабильную энергию ветряков и солнечных панелей.

И наконец, весьма чувствительным ударом по рынку электромобилей стал факт, что вторичного рынка продаж электромобилей не существует: на практике выяснилось, что автомобили с изношенным аккумулятором практически невозможно продать, но при этом очень дорого утилизировать.

Наглядным примером является тот факт, что когда в 2017 году власти Гонконга (Сянган) один из самых богатых административных районов Китая и один из главных рынков сбыта электрокаров Tesla, отменили налоговые льготы для этого транспорта, то продажи Tesla моментально прекратились. Потребитель, голосующий своим кошельком за тот или иной продукт, в состоянии сделать рациональных выбор. Если, конечно, он не является «зеленым активистом».

По данным лондонской исследовательской компании Rho Motion, в 2023 году в мире было продано 13,6 млн электромобилей, включая полностью электрические и гибридные автомобили. Это на 31% больше, чем в 2022 году. При этом в 2022-м прирост продаж к предыдущему году составил 60%. То есть темпы роста резко замедляются<sup>3</sup>. При этом, по данным маркетингового агентства Hedges & Company (США), на конец 2023 года во всём мире функционируют 1,47 млрд автомобилей.

Общеизвестно, что для производства типичного электромобиля используется в 6 раз больше сырья, чем для автомобиля с двигателем внутреннего сгорания (ДВС). Таким образом, чтобы обеспечить пересадку с ДВС на электроавто хотя бы на 50 миллионов потребителей, необходимо, по разным оценкам, удвоить мировую добычу лития, никеля, кобальта, марганца

---

<sup>3</sup> <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/global-electric-car-sales-rose-31-2023-rho-motion-2024-01-11/>

и других редкоземельных металлов. А это, в свою очередь, ведет к пропорциональному увеличению энергозатрат углеводородного сырья.

Но самый главный, и пока еще не устраненный технический недостаток электромобилей - они горят. Причем горят так, что возгорание по любой причине (не обязательно авария или умышленный поджог, а в т.ч. самовозгорание) как правило приводит к полной потере авто, или как определяют страховщики, «тотал».

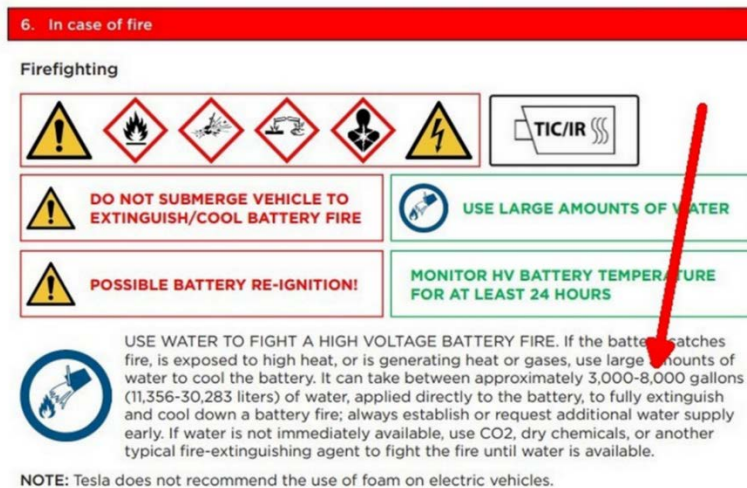
Сегодня во многих странах, в которых правительства продолжают сохранять льготные программы приобретения электромобилей, потребители уже «не ведутся» на благородные лозунги призывы спасти планету и беречь экологию, а выбирают классические авто с ДВС.

Наметившийся кризис всей индустрии «зеленой энергетики» вынуждает акул капитализма, ради поддержания своих доходов на фоне снижающегося спроса, сокращать издержки производства. В том числе замораживать программы по техническим инновациям, в том числе в безопасность эксплуатации производимых ими изделий. То есть повторять то, что уже случилось более ста лет назад.

И так уж исторически сложилось, что разработка средств безопасности технических объектов идет всегда с запозданием относительно развития данных технических объектов. И только на государственном уровне можно принудить акул капитализма инвестировать в научные разработки по безопасности авто.

Возьмем пример со знаменитым трехточечным ремнем безопасности. Уже с середины тридцатых годов практически все серийные автомобили с ДВС могли развивать скорость более 60 км/час, что приводило к многочисленным авариям со смертельным исходом. По требованию властей производители стали оснащать все авто двухточечными ремнями безопасности, однако они были весьма неудобны в эксплуатации и сами приводили к серьезным травмам. И так продолжалось более сорока лет: люди массово гибли на дорогах мира, и попытки на местном уровне развивать экстренную медицину и реагирование на ДТП не оказывали серьезного воздействия на неумолимую статистику жертв аварий. Ситуация принципиально изменилась лишь в начале 70-х годов XX века, когда изобретатель трёхточечного ремня безопасности Нильс Болин, который теперь является стандартом во всех автомобилях, сделал свое простое, но эффективное изобретение общедоступным. И с тех пор гибель и травмирование людей на дорогах мира многократно снизились: ведь технология безопасности уже изначально заложена в конструкции любого производящегося автомобиля, а эффективное реагирование на уже случившееся ДТП является важным, но лишь сопутствующим повышению безопасности на дорогах элементом.

Такая же ситуация, на мой взгляд, и с тушением электромобилей. Главная возможность потушить пожар в электромобиле, с учетом его особенностей конструкции и протекания в ней химических реакций, должна быть изначально заложена производителем в его конструкции. И именно эта мера в лучшей степени спасет жизни водителей, пожарных, и будет способствовать защите окружающей среды.



Скриншот официальной инструкции электромобилей марки Tesla

Сегодня, следуя законам рыночной экономики, именно государства как основные игроки на рынке электромобилей, должны формировать и доводить до производителей требования к безопасности серийных электромобилей, вынуждать их вкладываться в соответствующие научные разработки. Например, долгое время единственным средством защиты от возгорания на популярных и продававшихся миллионными тиражами автомобилях «Тесла» была лишь инструкция по их тушению, в которой указывалось, что на тушение их продукции придется затратить примерно в десять раз больше воды, чем при тушении автомобиля с ДВС. В последнее время, на фоне серии резонансных катастроф, в том числе зафиксированных на видео самовозгораний, руководство Tesla вроде как всерьез занимается решением данной проблемы. Они даже стали устанавливать на новых моделях некие штатные системы предотвращения пожаров и их быстрого устранения, которые однако, являются пока недостаточными.

Наша первоочередная задача, в том числе на площадке данной международной конференции – как раз привлечь внимание регулирующих, надзорных и законодательных национальных органов к проблеме разработки превентивных мер и стандартов и их добровольно - принудительного обеспечения пожарной безопасности всех производящихся электромобилей.

#### **Список источников:**

1. Клаус Шваб, Николас Дэвис. Технологии четвертой промышленной революции = Shaping The Fourth Industrial Revolution. — Эксмо, 2018. — 320 с. — ISBN 978-5-04-095565-7.
2. Арефьева Е.В., Крапухин В.В., Олтян И.Ю., Котосонова М.Н., Артюхин В.В. Устойчивость муниципальных образований Российской Федерации в условиях изменения климата: Монография / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2022. 140 с. ISBN 978-5-93970-264-5
3. Мун Д. В., Попета В.В. «Предупреждение техногенных катастроф: Книга 3» Издательство Директмедиа Пабблишинг, 2023 г, 200 с. ISBN: 978-5-4499-3535-9

## МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ДИАПАЗОНА ЛИТИЙ-ИОННЫХ БАТАРЕЙ НА ОСНОВЕ ПЛАНИРОВАНИЯ ЦИКЛА ЗАРЯДКИ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

*Сафиуллин Р.Н., Залюбовский А.Ф., Сорокин К.В.*

*Санкт-Петербургский Горный университет императрицы Екатерины II*

*Камлюк В.В.*

*Санкт-Петербургский военный институт войск национальной гвардии*

**Аннотация.** В статье предложен метод оптимизации температурного диапазона литий-ионных батарей на основе планирования графика зарядки электромобиля с учетом неравномерности нагрузки питающей электрической сети. Представлены схемные решения преобразователей постоянного и переменного тока для современных зарядных станций. Описана схема двухступенчатого однофазного зарядного устройства с накопителем энергии, основная функция которого заключается в регулировании напряжения и тока высоковольтной батареи. Основным преимуществом двухкаскадной топологии является обеспечение высокого коэффициента мощности, высокой стабильности, низкого уровня пульсаций зарядного тока, а также повышение безопасности процесса зарядки электромобиля.

**Ключевые слова:** литий-ионные аккумуляторные батареи, методы заряда, электротранспорт.

## METHOD FOR OPTIMIZING THE TEMPERATURE RANGE OF LITHIUM-ION BATTERIES BASED ON REAL-TIME ELECTRIC VEHICLE CHARGING CYCLE PLANNING

*Safiullin R.N. Zalyubovsky A.F., Sorokin K.V.*

*St. Petersburg Mining University*

*Kamlyuk V.V.*

*St. Petersburg Military Institute of the National Guard Troops*

**Abstract.** This article proposes a method for optimizing the temperature range of lithium-ion batteries based on planning the electric vehicle charging schedule, considering the uneven load of the power supply network. It presents circuit solutions for DC and AC converters used in modern charging stations. The article describes the design of a two-stage single-phase charging device with an energy storage unit, whose main function is to regulate the voltage and current of the high-voltage battery. The main advantage of the two-stage topology is ensuring a high-power factor, high stability, low ripple in the charging current, as well as enhancing the safety of the electric vehicle charging process.

**Keywords:** lithium-ion batteries, charging methods, electric transport.

## МЕТОД ОПТИМИЗАЦИЈЕ ТЕМПЕРАТУРНОГ РАСПОНА ЛИТИЈУМ-ЈОНСКИХ БАТЕРИЈА НА ОСНОВУ ПЛАНИРАЊА ЦИКЛУСА ПУЊЕЊА ЕЛЕКТРИЧНИХ ВОЗИЛА У РЕАЛНОМ ВРЕМЕНИ

*Сафиуллин Р. Н., Залуубовски А.Ф., Сорокин К.В.*

*Рударски университет у Санкт Петербургу*

*Камљук В.В.*

*Војни институт националне гарде у Санкт Петербургу*

**Апстракт.** У овом чланку предложен је метод оптимизације температурног распона литијум-јонских батерија на основу планирања распореда пуњења електричних возила, узимајући у обзир неједнаку оптерећеност електроенергетског система. Представљени су схематски прикази претварача за ДЦ и АЦ у савременим станицама за пуњење. Описана је шема двостепеног једнофазног уређаја за пуњење са акумулатором енергије, чија је главна функција регулација напона и струје високонапонске батерије. Главна предност двостепене топологије је обезбеђивање високог фактора снаге, велике стабилности, ниског нивоа пулсација струје пуњења, као и повећање безбедности процеса пуњења електричног возила.

**Кључне речи:** литијум-јонске батерије, методе пуњења, електрични транспорт.

**Введение.** В связи с развитием рынка электромобилей одной из основных проблем, с которыми постоянно сталкиваются операторы электрических сетей, является перегрузка трансформаторных подстанций и распределительных линий при неконтролируемой зарядке электромобилей. Неконтролируемая зарядка электромобилей оказывает разрушительное влияние на литий-ионные батареи и стабильную работу электрических сети. Существует вероятность того, что большое количество электромобилей может одновременно получить несогласованный доступ к сети, что приведет к аварийному увеличению пиковых значений. Поэтому планирование цикла зарядки электромобилей в реальном времени, и разработка надежных методов оптимизации является важной задачей

**Основная часть.** При использовании литиево-ионных батарей необходимо контролировать как максимальное, так и минимальное напряжение, температуру и уровни тока. Кроме того, для суперконденсаторов и аккумуляторов должны быть реализованы стратегии балансировки для обеспечения минимальной разницы значений SOC между ячейками. Во время процесса изготовления ячейки небольшие различия в количестве активного материала или заполнении электролитом приводят к различным характеристикам ячеек батареи. Это неравенство между параметрами ячеек батареи вызывает разные напряжения в последовательно соединенных ячейках и требует специальной системы балансировки (BMS) как для суперконденсаторов, так и литиево-ионных аккумуляторных батарей, чтобы удерживать напряжение ячеек в допустимом диапазоне. Кроме того, на систему BMS возлагается функция контроля тепла, генерируемого в ячейках, чтобы поддерживать оптимальную температуру ячеек в упаковке.

Сравнение литий-ионных источников тока на предмет безопасности, стоимости, удельной энергии, удельной мощности и продолжительности позволили установить, где более высокие значения расположены наиболее далеко от центра графика [рис.1].

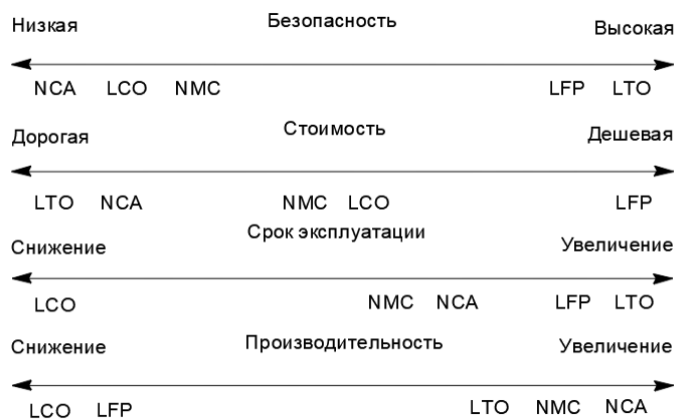


Рис. 1 - Сравнение литий-ионных источников тока на предмет безопасности, стоимости, удельной энергии, удельной мощности и продолжительности жизни

Параметры всех литий-ионных батарей сильно зависят от температуры. Внутренние параметры, такие как сопротивление, напряжение разомкнутого контура, а также емкость аккумулятора зависят как от температуры, так и от тока зарядки/разрядки. оптимальный диапазон рабочих температур для литиево-ионных элементов находится в диапазоне от 20°C до 35°C (рис.2). Низкие температуры приводят к увеличению внутреннего сопротивления и как следствием уменьшением мощности батареи. Зарядка при низких температурах может инициировать формирование лития на аноде с риском возникновения внутреннего короткого замыкания

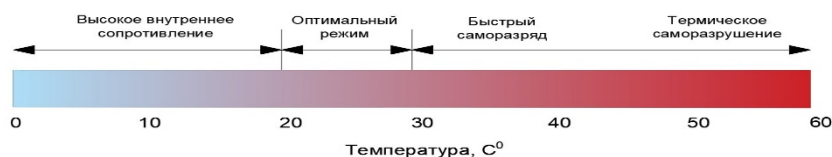


Рис.2 - Оптимальный температурный диапазон литий-ионных батарей

Высокие температуры вызывают необратимые реакции в электролите, которые, в свою очередь, приводят к выбросу внутренних газов и катастрофическому термическому разбегу. Температура хранения литий-ионных батарей также очень важна, при том, что скорость саморазряда литий-ионных клеток удваивается на каждые 10°C. Литий-ионные аккумуляторы, использующие оксиды кобальта в катоде, такие как NMC и LCO, менее подвержены влиянию температуры и напряжения, чем другие химические вещества, даже если их удельная мощность больше. Взрыв или пожар могут возникнуть, если в катодных элементах на основе кобальта будут сохранять перенапряжения более 4,2 В или температура выше 60°C. Из-за токсичности кобальта утилизация таких батарей может стать серьёзной проблемой.

Каждый тип аккумулятора имеет уникальный химический состав, что предполагает различные профили зарядки. С этой целью была разработана двухступенчатая топология зарядного устройства с активным выпрямителем на входе, за которым двунаправленный изолированный преобразователь постоянного тока в постоянный. Однофазное зарядное устройство с дополнительной схемой развязки по активной мощности работают в трех различных режимах: от сети к автомобилю (G2V), от машины к сети (V2G) и от батареи к автомобилю. В режиме G2V аккумуляторная батарея электромобиля заряжается от электросети, в режиме V2G аккумуляторная батарея электромобиля питает сеть. В двухступенчатом зарядном устройстве с повышающим преобразователем AC/DC с коррекцией коэффициента мощности обычно сочетается либо с неизолированным, либо с изолированным преобразователем постоянного тока. Основная функция DC/DC преобразователя постоянного тока заключается в регулировании напряжения и тока высоковольтной батареи. Преимущество двухкаскадной топологии заключается в том, что она обеспечивает высокий коэффициент мощности, синусоидальный ток сети и отсутствие пульсаций зарядного тока.

Активный выпрямитель с функцией повышающего преобразователя позволяет поддерживать коэффициент мощности близким к единице при полной нагрузке. Преобразователь постоянного тока второй ступени предназначен для регулирования зарядного тока и напряжения аккумуляторной батареи электромобиля. Преобразователь работает, в широком диапазоне напряжений и токов, заряжая силовую батарею в режиме CC/CV. Разработанный преобразователь постоянного тока (рис.3) может использоваться для передачи энергии в сеть от силовой батареи электромобиля обеспечивая режимы G2V и V2G. В схему зарядной станции интегрирован преобразователь постоянного тока в постоянный для зарядки электромобиля от вспомогательной батареи накопителя зарядной станции в часы пик и заряда батареи накопителя от сети. Комбинация питания от электросети и аккумулятора в качестве дополнительного

стационарного накопителя является оптимальным вариантом, поскольку имеет следующие преимущества: высокая плотность энергии, высокая плотность мощности, оптимальное время зарядки электромобиля и оптимальный температурный диапазон для литий-ионных батарей.

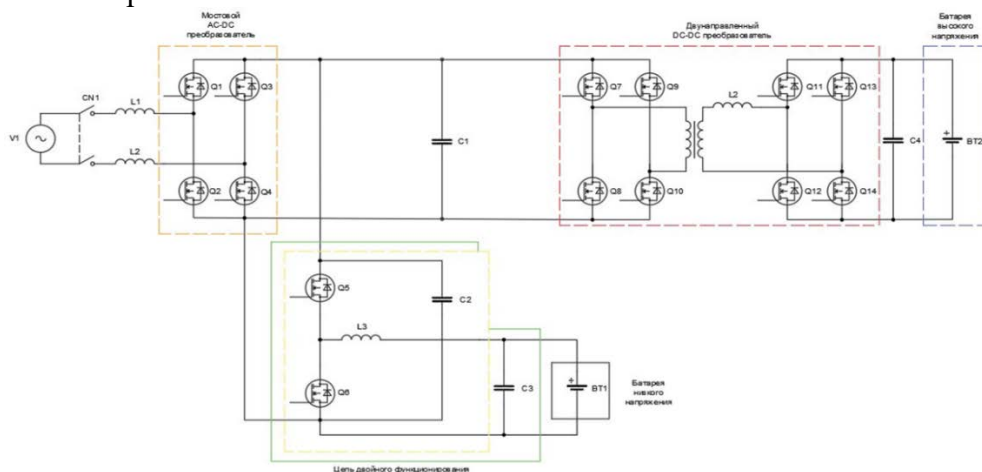


Рис.3 - Схема однофазного зарядного устройства с дополнительной схемой развязки по активной мощности

**Выводы.** Таким образом, предложен метод оптимизации температурного диапазона литий-ионных батарей за счет планирования графика зарядки электромобиля с учетом неравномерности нагрузки питающей электрической сети, согласно которому нагрузка на сеть от зарядки электромобиля смещается на время, когда электрическая сеть недогружена, а в интервалы пиковой нагрузки используется энергия, получаемая от накопителя энергии. Выполнен обзор схемных решений преобразователей постоянного и переменного тока для зарядных станций. Представлена схема двухступенчатого однофазного зарядного устройства с накопителем энергии. Основная функция DC/DC преобразователя постоянного тока заключается в регулировании напряжения и тока высоковольтной батареи. Преимущество двухкаскадной топологии заключается в том, что она обеспечивает высокий коэффициент мощности, синусоидальный ток сети, высокую стабильность, низкий уровень пульсаций зарядного тока безопасность процесса зарядки электромобиля и нормативных документов, регламентирующих электробезопасность эксплуатации зарядных станций.

#### Список источников

1. Шибанов Д. А., Иванов С. Л., Емельянов А. А., Пумпур Е. В. Оценка показателей работоспособности карьерных экскаваторов в реальных условиях эксплуатации // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – №10. – С. 86-94. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-10-0-86-94.
2. Л. А. Симонова, Д. Н. Демьянов, А. А. Капитонов/ Интеллектуальная информационная система для формирования проектных ограничений в автомобильной промышленности // Российские инженерные исследования, 2020, Том 40, № 12, с. 1034-1038.
3. Малыгин И.Г., Королев О.А., Комашинский В. Введение в когнитивные мультимодальные транспортные системы // Transportation Research Procedia. XIV Международная конференция по организации и управлению безопасностью дорожного движения в крупных городах (OTS-2020). 2020. С. 273-279.
4. Оценка повреждений в схемах распределительных устройств с различными типами высоковольтных выключателей, Назарычев А., Пугачев А., Сулыненков И., Материалы конференции AIP 2552, 050008 (2022), <https://doi.org/10.1063/5.0115558>
5. Шаммазов, И. А. Моделирование работы самотечных участков нефтепровода / И. А. Шаммазов, А. В. Борисов, В. С. Никитина // Безопасность труда в промышленности. – 2024. – № 1. – С. 74-80. – DOI 10.24000/0409-2961-2024-1-74-80. – EDN FYAPTR.

6. Васильева, М. А. Совершенствование механизма водоотделения при закладочных работах / М. А. Васильева, А. А. Волчихина, Р. Б. Кускильдин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2023. – № 4. – С. 125-139. – DOI 10.25018/0236\_1493\_2023\_4\_0\_125. – EDN HZHJMP.

7. Риск-ориентированное управление старением электрооборудования по техническому состоянию в системе нормальной эксплуатации АЭС, Назарычев А., Андреев Д., Мельникова О., Пугачев А., Материалы конференции AIR 2552, 050007 (2022), <https://doi.org/10.1063/5.0114598>

8. Курганов В. М., Грязнов М. В., Колобанов С. В. Оценка надежности функционирования экскаваторно-автомобильных комплексов в карьере // Записки Горного института. – 2020. – Т. 241. – С. 10-21. DOI: 10.31897/pmi.2020.1.10.

10. Селиверстов Я. А., Гергель Г. Ю., Селиверстов С. А., Никитин К. В., Развитие интеллектуальных транспортных систем на основе мобильных технологий и процедур анализа социальной активности городского населения // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2018, – Т.11 – С.47–64. DOI: 10.18721/JCSTCS.11105.

11. Клебанов А.Ф., Будущее безлюдных технологий на открытых горных работах, Горная промышленность, №3, 2020.

12. Рудко, В. А. Научно-техническое обоснование возможности организации производства игольчатого кокса в России / В. А. Рудко, Р. Р. Габдулхаков, И. Н. Пягай // Записки Горного института. – 2023. – Т. 263. – С. 795-809. – EDN KYNHWL.

13. Борисов С. В., Колтунова Е. А., Кладиев С. Н. Совершенствование структуры имитационной модели тягового асинхронного электропривода рудничного электровоза // Записки Горного института. — 2021. — Т. 247. – С. 1–8. DOI: 10.31897/PMI.2021.1.12.

14. Brummelen V., O'Brien M., Gruyer D., Najjaran H. Autonomous vehicle perception: The technology of today and tomorrow // Transportation Research Part C: Emerging Technologies. 2018, vol. 89, pp. 384-406. DOI: 10.1016/j.trc.2018.02.012.

15. Lomazov V., Lomazov A., Petrosov D., Akupiyan O. Intelligent evaluation of implementation road infrastructure development program // Transportation Research Procedia. 2022, vol. 63, pp.1089-1094. DOI: 10.1016/j.trpro.2022.06.111.

16. Yang C., Zha M., Wang W., Liu K., Xiang C. Efficient energy management strategy for hybrid electric vehicles/plug-in hybrid electric vehicles: Review and recent advances under intelligent transportation system // IET Intelligent Transport Systems. 2020, vol. 14(7), pp. 702-711. DOI: 10.1049/iet-its.2019.0606.

17. Method for Decontamination of Toxic Aluminochrome Catalyst Sludge by Reduction of Hexavalent Chromium. Pyagay, I., Zubkova, O., Zubakina, M., Sizyakov, V. Inorganics, 2023, 11(7), 284. DOI: 10.3390/inorganics11070284

18. Andreev, D.A., Nazarychev, A.N. & Folvarchuk, A.S. Justification of the Prospects for Selecting the Main Electrical Equipment in the Generator Circuit of High-Power Nuclear Power Plant Units. Power Technol Eng 57, 438–444 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10749-023-01682-x>

19. Ge J., Avedisov S. S., He C., Qin W. B., Sadeghpour M., Orosz G. Experimental validation of connected automated vehicle design among human-driven vehicles // Transportation Research Part C: Emerging Technologies. 2018, vol. 91, pp. 335-352. DOI: 10.1016/j.trc.2018.04.005.

20. Zhang L., Orosz G. Beyond-line-of-sight identification by using vehicle-to-vehicle communication // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. 2018, vol. 19(6), pp. 1962-1972. DOI:10.1109/TITS.2017.2747582.

21. Козярук А.Е., Камышьян А.М. Повышение энергетической эффективности электромеханической трансмиссии карьерного автосамосвала // Записки Горного института. – 2019. – Т. 239. – С. 576. DOI: 10.31897/pmi.2019.5.576.

22. Сафиуллин Р. Н., Сафиуллин Р. Р., Сорокин К. В. Метод оценки и прогнозирования технического состояния ресурсных элементов карьерных самосвалов на основе контрольных карт Шухарта // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2024. – № 7. – С. 111–124. DOI: 10.25018/0236\_1493\_2024\_7\_0\_111

23. Малафеев С. И., Малафеев С. С. Информационные и управляющие компоненты электрических карьерных экскаваторов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – №4. – С. 33-45. DOI: 10.25018/0236\_1493\_2021\_4\_0\_33.
24. Cao H., Gangakhedkar S., Ali A., Gharba M., Eichinger J. A 5G V2X testbed for cooperative automated driving // IEEE Vehicular Networking Conference, USA. 2016, pp. 1-4. DOI: 10.1109/VNC.2016.7835939.
25. Aramrattana M., Larsson T., Jansson J., Nabo A. A simulation framework for cooperative intelligent transport systems testing and evaluation // Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behavior. 2019, vol. 61, pp.268-280. DOI: 10.1016/j.trf.2017.08.004.
26. Degtyarev Yu. Classification of categorical structures of structural complexities based on prototypes in simple complexes // Proceedings of the 10th International conference on the application of fuzzy systems and soft computing. 2012, pp. 27-37.
27. Назарычев А.Н., Дяченко Г.В., Сычев Ю.А. Исследование надежности тягового электропривода карьерных самосвалов на основе анализа отказов его функциональных узлов // Записки Горного института. – 2023. – Т. 261. – С. 363-373. EDN HCLPJB
28. Eltrass, A.; Khalil, M. (2018). An Automotive Radar System for Multiple-Vehicle Detection and Tracking in Urban Environments. IET Intelligent Transport System, 12, 783–792. DOI 10.1049/iet-its.2017.0370 (24 цитирования)
29. Bangalore Ravi Kiran, Ibrahim Sobh, Victor Talpaert, Patrick Mannion. (2021). Deep Reinforcement Learning for Autonomous Driving: A Survey. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 1-18. DOI:10.1109/TITS.2021.3054625
30. Sampo Kuutti, Richard Bowden, Yaochu Jin. (2020). A Survey of Deep Learning Applications to Autonomous Vehicle Control. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 23. DOI:10.1109/TITS.2019.2962338
31. Jessica Van Brummelen, Marie O'Brien, Dominique Gruyer, Homayoun Najjaran (2018). Autonomous vehicle perception: The technology of today and tomorrow. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 89, 384-406. DOI: 10.1016/j.trc.2018.02.012

## ОЦЕНКА ПОЖАРО-ВЗРЫВООПАСНОСТИ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ ФОРМ-ФАКТОРА 18650

*Терентьев Дмитрий Иванович*  
*Уральский институт ГПС МЧС России*

**Аннотация.** На текущем этапе своего развития литий-ионные аккумуляторы демонстрируют впечатляющие эксплуатационные характеристики. Продолжается их дальнейшее распространение в быту, промышленности, транспорте и других сферах деятельности, появляются новые области их применения. При этом за весь период, прошедший с их появления, по причине их самовоспламенения ежегодно фиксируется множество пожаров, в том числе и приводящих к гибели людей. Наиболее проблемными аспектами горения литий-ионных аккумуляторов могут считаться высокая скорость распространения пламени, особенно при отсутствии доступных средств тушения, а также высокая динамика опасных факторов пожара, например, токсичности продуктов горения и термического разложения. Изучение особенностей горения данного вида горючей нагрузки и определение ее пожаро-взрывоопасных свойств становится насущной необходимостью.

**Ключевые слова:** пожарная безопасность; литий-ионные аккумуляторы; опасность взрыва; свойства горючей нагрузки; самовоспламенение; оценка пожарных рисков.

## ASSESSMENT OF FIRE AND EXPLOSION HAZARD OF LITHIUM-ION BATTERIES OF FORM FACTOR 18650

Terentyev Dmitry Ivanovich  
Ural Institute of State Fire Service of the Ministry of Emergencies of Russia

**Abstract.** Lithium-ion batteries demonstrate impressive performance at the current stage of their development. They continue to spread in everyday life, industry, transport, and other areas of activity, and the new regions of their application appear. At the same time, over the entire period since their appearance, many fires have been recorded annually due to their spontaneous combustion, including those resulting in death. The most problematic aspects of lithium-ion battery combustion can be considered the high flame propagation rate, especially in the absence of available extinguishing agents, and the high dynamics of hazardous fire factors, such as toxicity of combustion products and thermal decomposition. Studying the combustion characteristics of this type of explosive load and determining its fire and explosion-hazardous properties is becoming an urgent need.

**Keywords:** fire safety; lithium-ion batteries; explosion hazard; combustible load properties; spontaneous combustion; fire risk assessment.

## ПРОЦЕНА ОПАСНОСТИ ОД ПОЖАРА И ЕКСПЛОЗИЈЕ ЛИТИЈУМ-ЈОНСКИХ БАТЕРИЈА ФОРМА ФАКТОР 18650

*Терентјев Д.И.*

*Уралски институт државне ватрогасне службе Министарства за ванредне ситуације  
Русије*

**Апстракт.** У тренутној фази свог развоја, литијум-јонске батерије показују импресивне карактеристике. Њихово даље коришћење у свакодневном животу, индустрији, транспорту и другим областима делатности се наставља, а појављују се и нове области њихове примене. Штавише, током читавог периода од њиховог појављивања, због њиховог спонтаног сагоревања, годишње се евидентирају многи пожари, укључујући и оне који доводе до смрти људи. Најпроблематичнијим аспектима сагоревања литијум-јонских батерија може се сматрати велика брзина ширења пламена, посебно у недостатку расположивих средстава за гашење, као и висока динамика опасних фактора пожара, на пример, токсичност продуката сагоревања. и термичко разлагање. Проучавање карактеристика сагоревања ове врсте запаљивог терета и утврђивање његових пожарних и експлозивних својстава постаје врло хитним и неопходним.

**Кључне речи:** пожарна безбедност; литијум-јонске батерије; опасност од експлозије; карактеристике запаљивог оптерећења; спонтано сагоревање; процена опасности од пожара.

Литий-ионные аккумуляторы форм-фактора 18650 в настоящее время являются распространённым техническим решением при создании аккумуляторных батарей для транспортных средств и различных электронных гаджетов. Их использование позволяет в определенной степени обеспечить частичную защиту батареи от механических воздействий, а также ограничить скорость распространения пламени по аккумуляторной батарее в случае пожара.

Принято считать, что степень пожарной опасности различных типов литий-ионных аккумуляторов существенно различается и по большей части определяется видом материалов активных электродных масс и свойствами электролита. В открытых источниках обычно указывается, что наибольшую опасность представляют литий-кобальтовые, а наименьшую — литий-железофосфатные и литий-титанатные [1].

Литий-ионные аккумуляторы формата 18650 конструктивно представляют собой плотно упакованный цилиндрический сверток, состоящий из двух лент электродов (алюминиевого и медного), помещенный в стальной тонкостенный корпус, закрытый предохранительным клапаном для сброса избыточного давления. Диаметр аккумуляторного элемента в сборе составляет 18 мм, длина элемента равна 65 мм. На поверхности обоих электродов нанесены электродные массы, пропитанные электролитом. В качестве сепаратора, разделяющего электроды, используется тонкая полимерная пленка.

Среди всех применяемых типов литий-ионных аккумуляторов, применительно к степени их взрывопожароопасности, целесообразно отметить три разновидности, активные электродные массы которых содержат соединения кобальта: литий-кобальтовые (маркировка

ICR), литий-никель-марганец-кобальт-оксидные (маркировка NMC) и литий-никель-кобальт-алюминий-оксидные (маркировка NCA).

Массовый состав литий-ионного аккумулятора на примере элемента 18650 Samsung ICR 3000, содержащего соединения кобальта, приведен в Таблице 1.

Таблица 1 – Массовый состав литий-ионного аккумулятора 18650 Samsung ICR 3000

№ п/п	Наименование компонента	Масса компонента, г	Характеристика горючести материала	Теплота сгорания [2]
1	Стальные элементы корпуса + намоточный стержень	7,5	Негорючий	-
2	Пластиковые элементы упаковки + части клапана	0,6	Горючий	20
3	Медный электрод	5	Негорючий	-
4	Электродная масса на меди (углерод)	8	Горючий	32,7
5	Алюминиевый электрод	2	Горючий	31
6	Электродная масса на алюминии (LiCoO <sub>2</sub> )	15	Условно негорючий	-
7	Полипропиленовый сепаратор	1,5	Горючий	45,7
8	Электролит (этиленкарбонат + диметилкарбонат + винилкарбонат?)	6	Горючий	13,3
9	Литий	~ 1	Горючий	43,3
10	Итого	~ 46,6		29

Масса восстановленного лития в составе литий-ионного элемента составляет примерно 2 %. Из этого следует, что литий-ионные аккумуляторы представляют собой комплексную (составную) горючую нагрузку, характеристики горения которой лишь в некоторой степени соответствуют специфике горения щелочных металлов. Кроме этого, особенностью состава литий-ионных аккумуляторов является большая доля негорючих материалов.

Предполагаемая интегральная величина теплоты сгорания описываемой многокомпонентной горючей нагрузки, согласно оценке, выполненной по данным Таблицы 1, составляет около 29 МДж/кг. Следует отметить, что условия для воспламенения и сгорания углеродной массы аккумуляторного элемента могут достигаться не всегда – для этого требуются более высокие температуры, чем температуры воспламенения электролита или лития. В экспериментах с провоцированием воспламенения одиночных литий-ионных элементов 18650 Samsung ICR 3000 за счет нагрева до 250 – 300 °С от внешнего источника тепла, горение в течение примерно 3 минут приводило к потере массы элемента лишь около 8г, т. е. наблюдалось сгорание только лития и электролита, тогда как углеродная масса после разрыва металлического корпуса частично выбрасывалась хлопьями наружу и не загоралась, поскольку температура нагрева для ее зажигания была недостаточной. Из сказанного можно

сделать вывод о том, что горение литий-ионных элементов имеет выраженный стадийный характер: сначала сгорают легковоспламеняющиеся компоненты, а затем, в случае воспламенения большей части элементов в аккумуляторной батарее и повышении температуры выше 700 °С, начинается горение запаса углерода.

Аккумуляторные элементы 18650 различных производителей также обладают заметно различающейся степенью защиты от саморазогрева и дальнейшего возгорания при внешнем механическом воздействии. На Рисунке 1 представлено сравнение динамики температуры корпуса в области пробития дюбель-гвоздем диаметром 4,5 мм для аккумуляторных элементов Samsung ICR 3000 и Орбита.team 5000. Как видно из рисунка, пробитие корпуса в обоих случаях не приводило к развитию полноценного возгорания, однако в первом случае температура корпуса не превышала 150 °С, а во втором – превысила 200 °С, т. е. процессы разложения и взаимодействия компонентов в этом аккумуляторном элементе проходили более масштабно. Применительно к возможности возгорания сборной аккумуляторной батареи, второй из рассмотренных вариантов аккумуляторных элементов продемонстрировал заметно большую вероятность развития пожара. Внешние проявления процессов разложения также отличались: из пробоины в элементе Samsung ICR 3000 происходило слабое дымовыделение, наблюдалось «кипение» и вытекание электролита, тогда как в случае с элементом Орбита.team 5000 из пробоины наблюдался вылет искр средней степени интенсивности и дымовыделение.

Полученные данные позволяют сделать вывод о важности предварительного тестирования (еще на этапе проектирования аккумуляторной батареи) литий-кобальтовых аккумуляторных элементов для выявления степени саморазогрева при механических повреждениях и способности к дальнейшему развитию возгорания.

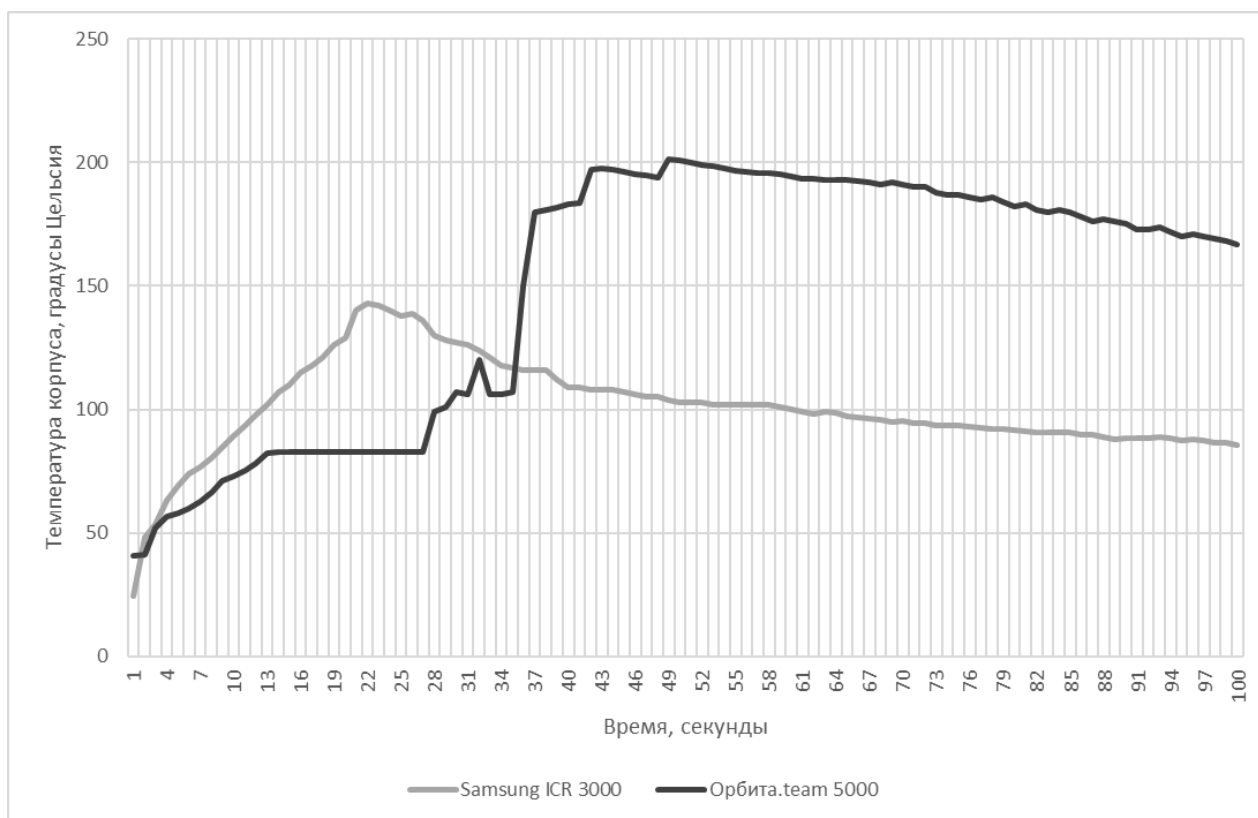


Рис. 1 – Сравнение динамики температуры корпуса литий-ионных элементов 18650

Другой важной составляющей оценки взрывопожарной опасности литий-кобальтовых аккумуляторов является необходимость качественной и количественной оценки газовой выделенности из поврежденных или неисправных элементов в выше описанной беспламенной фазе горения – как с целью оценки параметров взрыва, так и для оценки уровня токсичности газовой среды на пожаре. Например, согласно результатам обработки отчетов 33 испытательных пожарных лабораторий в российских регионах, из всех 96 зафиксированных случаев пожаров по причине самовоспламенения литий-ионных аккумуляторов, в 12 случаях отмечалось наличие признаков воздействия взрыва на конструкции или пострадавших. Из 21 случая пожаров с наличием пострадавших или погибших, вызванных возгоранием литий-ионных аккумуляторов, в 13 случаях причинение вреда здоровью или смерть были вызваны отравлением продуктами горения.

Результаты проведенного термодинамического моделирования [3] равновесного высокотемпературного состояния системы «электродные массы литий-кобальтового аккумуляторного элемента – электролит» показали, что в предельном случае горючими газами, которые могут превысить нижний концентрационный предел и вызвать взрыв, могут считаться метан (а также другие углеводородные соединения – продукты разложения электролита и его пары), монооксид углерода и водород.

В списке предполагаемых токсичных продуктов термического разложения, которые могут выделяться из поврежденных аккумуляторов, помимо монооксида и диоксида углерода, значатся оксиды лития и кобальта, а также, с меньшей степенью вероятности, гидрид лития и октакарбонил дикокобальта. В связи с тем, что величины предельно-допустимых значений для этих соединений не установлены [4], для получения представления об их токсичности в Таблице 2 приведены значения их предельно-допустимых концентраций в воздухе рабочей зоны, в сравнении с известными величинами для монооксида и диоксида углерода.

Таблица 2. Величины предельно-допустимых концентраций в рабочей зоне предполагаемых продуктов горения литий-ионных аккумуляторных элементов [5]

№ п/п	Соединение	Название соединения	Величина ПДК в воздухе рабочей зоны (среднесуточные значения), г/м <sup>3</sup>	Величина ПДЗ, г/м <sup>3</sup>
1	CO <sub>2</sub>	Двуокись углерода, углекислый газ	90	110
2	CO	Монооксид углерода, угарный газ	0,02	1,16
3	HCl	Хлорид водорода, соляная кислота	0,005	0,0023
4	Co <sub>2</sub> (CO) <sub>8</sub>	Октакарбонил дикокобальта	0,00001	?

5	CoO	Оксид кобальта	0,00005	?
6	LiH	Гидрид лития	0,0001	?
7	Li <sub>2</sub> O	Оксид лития	0,0002	?

Из Таблицы 2 следует, что в случае выделения из зоны горения, например, аэрозоли оксида кобальта, токсичность газовой среды может выйти по степени опасности на первое место среди других опасных факторов пожара.

Таким образом, для получения полновесной оценки взрывопожарной опасности литий-ионных аккумуляторов необходимы дополнительные исследования сразу по нескольким направлениям. Среди них – выполнение качественных и количественных оценок выделения продуктов горения и пиролиза, выявление сценариев развития пожаров и взрывов, механизмов их реализации.

### Выводы

1. Литий-ионные аккумуляторы любого форм-фактора с точки зрения обеспечения пожарной безопасности представляют собой сложносоставную горючую нагрузку, свойства которой изучены лишь частично. При этом данный тип аккумуляторов, в виду сравнительно высокой эффективности, продолжает активно распространяться во многих сферах человеческой деятельности, что уже приводит к изменению свойств других типовых горючих нагрузок, и соответственно, подталкивает к необходимости учета взрывопожароопасных свойств литий-ионных аккумуляторов в расчетах пожарных рисков.

2. Согласно выполненной оценке, обобщенная величина теплоты сгорания литий-кадмиевого аккумуляторного элемента 18650 составляет примерно 29 МДж/кг, что сопоставимо со значениями этой величины для этилового спирта (27,5 МДж/кг) или ацетона (29 МДж/кг) [4].

3. Оценку токсичности продуктов горения целесообразно проводить не только по уровням выделения угарного и углекислого газов, но и по содержанию соединений металлов, входящих в состав активных электродных масс, прежде всего кобальта и никеля (в случае с NCA, NMC). Это позволит раскрыть роль кобальта и других металлов в создании токсичности на пожарах с участием литий-ионных аккумуляторов.

### Список источников

1. Литий-ионные и литий-полимерные аккумуляторы: маркетинговые уловки и распространенные ошибки / Хабр [электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/397705/> (дата обращения: 25.05.2024).

2. Корольченко А. Я., Корольченко Д. А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник: в 2-х ч. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Асс. «Пожнаука», 2004. — Ч. I. — 713 с. — ISBN 5-901283-02-3.

3. Белов Г.В., Трусов Б.Г. Термодинамическое моделирование химически реагирующих систем. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013. 96 с.

4. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности: Утв. приказом

МЧС России от 14.11.2022 № 140 : зарег. в Минюсте РФ 20 марта 2023 г., рег. номер 72633 // Гарант.ру : инф.-прав. портал. – URL: <https://clck.ru/34X4rc> (дата обращения: 10.05.2024).

5. Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» Утв. постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 года N 2 (с изменениями на 30 декабря 2022 года).

6. Терентьев Д. И., Мансуров Т.Х. Пожарная опасность литий-ионных аккумуляторов электросамокатов, электроскутеров, велосипедов с электроприводом и других аналогичных устройств. Безопасность в чрезвычайных ситуациях – 2022: Сб. материалов международной научно-практической конференции. – Минск: УГЗ, 2022. С. 72-75. ISBN 978-985-590-157-19.

7. Report on UPS Jet's Crash Highlights Batteries – WSJ. [электронный ресурс]. – URL: <https://www.wsj.com/articles/SB10001424052748703806304576241563707603894> (дата обращения: 25.05.2024).

8. Ролкер с 4 тысячами сгоревших авто «отмучился» — затонул [электронный ресурс]. – URL: <https://news.drom.ru/87306.html> (дата обращения: 25.05.2024).

9. Взорвавшийся электросамокат разнес квартиру в пермской многоэтажке // Новости НТВ [электронный ресурс]. – URL: <https://www.ntv.ru/novosti/2592901/> (дата обращения: 25.05.2024).

**ВКЛАД ИЗОБРЕТАТЕЛЕЙ ВОИР В БЕЗОПАСНОСТЬ, СВЯЗАННУЮ  
С ПРОИЗВОДСТВОМ, ХРАНЕНИЕМ, ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ И  
МЕРАМИ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ  
АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ С ИХ УЧАСТИЕМ**

*Ищенко Антон Анатольевич  
ВОИР*

**Аннотация.** В докладе описывается деятельность ВОИР, направленная на создание и внедрение изобретений членами ВОИР, направленных на предотвращение и ликвидацию последствий аварийных ситуаций с участием электромобилей, а также оперативную диагностику основных деталей и сварных швов электромобилей, оперативное оказание первой помощи в случае получения пострадавшими в ДТП термических и химических ожогов.

**Ключевые слова:** ВОИР, изобретения, раны, ожоги, оперативный бездефектный контроль, капиллярная диагностика, электротранспорт

**THE CONTRIBUTION OF MEMBERS OF THE ALL-RUSSIAN SOCIETY OF  
INVENTORS AND RATIONALIZERS TO SAFETY RELATED TO THE PRODUCTION,  
STORAGE, AND OPERATION OF ELECTRIC VEHICLES, AND MEASURES FOR  
PREVENTING AND ADDRESSING THE CONSEQUENCES OF EMERGENCY  
SITUATIONS INVOLVING THEM**

*Ishchenko A.A.  
All-Russian Society of Inventors and Rationalizers*

**Abstract.** The report describes the activities of VOIR aimed at creating and implementing inventions by members of the All-Russian Society of Inventors and Rationalizers designed to prevent and mitigate the consequences of emergencies involving electric vehicles, as well as rapid diagnostics of key components and welded joints of electric vehicles, and the prompt provision of first aid in cases of thermal and chemical burns suffered by victims in traffic accidents.

**Keywords:** All-Russian Society of Inventors and Rationalizers, inventions, injuries, burns, rapid defect-free control, capillary diagnostics, electric transport.

**ДОПРИНОС ЧЛАНОВА СВЕРУСКОГ ДРУШТВА ПРОНАЛАЗАЧА И  
РАЦИОНАЛИЗАТОРА У БЕЗБЕДНОСТИ ВЕЗАНОЈ ЗА ПРОИЗВОДЊУ,  
СКЛАДИШТЕЊЕ, КОРИШЋЕЊЕ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВОЗИЛА И МЕРЕ ЗА  
ПРЕВЕНЦИЈУ И ОТКЛАЊАЊЕ ПОСЛЕДИЦА ВАНРЕДНИХ СИТУАЦИЈА СА  
ЊИХОВИМ УЧЕШЋЕМ.**

*Ищенко А.А.  
Сверуско друштво проналазача и иноватора*

**Апстракт.** У извештају се описује делатност Сверуског друштва проналазача и рационализатора усмерена на стварање и примену изума чланова, који су усмерени на превенцију и отклањање последица ванредних ситуација са електричним возилима, као и на брзу дијагностику кључних делова и заварених спојева електричних возила, као и на пружање прве помоћи у случају термичких и хемијских опекотина које су повређени претрпели у саобраћајним несрећама.

**Кључне речи:** Сверуско друштво проналазача и рационализатора, изуми, повреде, опекотине, брза провера без грешака, капиларна дијагностика, електрични транспорт.

С самого начала своего создания Общество объединяло технические элиты страны, опираясь на отечественные и мировые традиции в области изобретательства и рационализаторства. Первый съезд Общества прошёл в Москве, в Колонном зале Дома Союзов 15-20.01.1932 г.

С 1958 года Общество восстановлено как Всесоюзное общество изобретателей и рационализаторов (ВОИР).

На 1988 год в Обществе состояло более 118 тысяч предприятий, более 14 млн. изобретателей и рационализаторов

В 1991 году Общество возродилось как Всероссийское общество изобретателей и рационализаторов (ВОИР).

25 октября 2016 года состоялся внеочередной съезд ВОИР, на котором были переизбраны руководящие органы Общества, а также обновлен кадровый состав Центрального совета.

Президент РФ В.В. Путин высоко оценил вклад отечественных новаторов в инновационное развитие экономики страны, издав Указ «О совершенствовании порядка принятия решений об использовании изобретений, полезных моделей и промышленных образцов в целях обеспечения экономической безопасности Российской Федерации от 05.02.2024 г. № 122

Основная миссия ВОИР — объединение и координация организаций и физических лиц, занимающихся изобретательской и рационализаторской деятельностью, в целях обеспечения инновационного и технологического прорыва в российской экономике, создания условий для её перехода к новому технологическому укладу, уже формирующемуся в мире.

Экономический рост и будущее России, её место в мировой экономике, а вместе с этим перспективы её политической стабильности и комплексной безопасности сегодня как никогда зависят не только от масштабов интеллектуального потенциала страны, но и от способности эффективно задействовать этот потенциал.

Отдельное внимание руководство ВОИР уделяет формированию поколения изобретателей и рационализаторов новой формации, обладающих навыками и компетенциями инновационного предпринимательства в самом широком смысле этого слова, позволяющих на равных конкурировать российским инноваторам на международных рынках.

ВОИР сыграло весомую роль в укреплении отечественной промышленности, инфраструктуры, социальной сферы. Под его эгидой были созданы и внедрены в производство более двух миллионов изобретений и передовых технических разработок, которые принесли реальную практическую отдачу. Важно, что замечательные традиции творческого, созидательного, новаторского труда продолжают, и представители нынешнего поколения российских изобретателей – инженеров, специалистов, рабочих – успешно решают задачи, связанные с наращиванием научно-технического потенциала страны, переходом экономики на инновационный путь развития.

Стали уже традиционными мероприятия Салон «Новое время» в Севастополе и «Премия ВОИР».

В последнее время в ВОИР произошли некоторые организационные изменения, которые позволили освободиться от ненужного балласта, который думал не о благе широких масс изобретателей и росте экономики страны, а о своем величии и наполнении своего кармана.

Сегодня в нашем портфеле более 200 интересных и перспективных решений

Много работ наших изобретателей направлены на работы, связанные с производством, хранением, эксплуатацией электромобилей и мерами по предотвращению и ликвидации последствий аварийных ситуаций с их участием.

К таким разработкам можно отнести:

- Работу «Инновационные технологии в сфере аварийно-спасательного оборудования при «ЧС» изобретателя Маточкина Дмитрия Борисовича, с проектом которого вы сегодня

будете удивлены ознакомитесь. Кроме того, Дмитрий Борисович представит еще один свой проект по теме

- «Международный опыт управления рисками чрезвычайных ситуаций»;

- Проект сотрудников ФГБОУ ВО Вавиловский университет «Роботизированные мобильные установки водяного и аэрозольного тушения» Бахтиева Рината Нягимовича и Русинова Алексея Владимировича также не останется без вашего внимания, поскольку сам процесс тушения аккумуляторных батарей является достаточно опасной и сложной в технологическом плане технологией.

Много внимания уделяют изобретатели ВОИР системам безопасности самих аккумуляторных батарей, небольшое повреждение которых может привести к необратимым последствиям. В этой связи внимания заслуживает работа изобретательницы из Обнинска, позволяющая визуально контролировать микроповреждения АКБ, которые могут в процессе эксплуатации привести к трагическим последствиям.



В процессе ДТП с участием электромобилей может возникнуть пожарная ситуация, итогом которой будут являться пострадавшие с термическими и химическими ожогами. Для того, чтобы «купировать» такие травмы на месте имеется новая совместный проект изобретателей ВОИР с сотрудниками ВНИИ ГОЧС «Изучение возможности применения полифункционального Лосьон «ВИТА-МЧС» для ликвидации травм, полученных участниками ДТП с применением электроавтомобилей», который, по нашему мнению, может быть изучен, расширен и применен в рамках МОГО.

Интересные совместные проекты, направленные на оперативную обработку травм, полученных при ДТП с участием электротранспорта, предложил коллектив изобретателей-членов ВОИР и сотрудников ВНИИ ГОЧС. Сутью этого проекта является использование лосьона для кожи на основе ранозаживляющих средств «ВИТА-СТАВ» и «ДАНТИЛНЕН-ЗОО», позволяющего оперативно обработать полученную травму (чаще всего термические или химические ожоги). Данный лосьон способен почти мгновенно обезболить, остановить кровотечение, запустить процесс заживления. По данным экспертов, процесс заживления ускоряется с 5-6 раз. Однако, так сказать, «вишенкой на торте» является то, что применять этот лосьон можно прямо на необработанную (даже непромытую) поверхность повреждения.

Конечно, стоит обратить внимание на то, чтобы в случае ДТП с электротранспортом, оставались неповрежденными корпуса аккумуляторов, что также является одной из причин получения повреждений от проливающейся жидкости или химических соединений. В этом может помочь изобретение специалистов из г. Белоусово, Калужской области Тихенькой Елены Александровны и Огородниковой Оксаны Александровны.



### ФОТОГРАФИИ ПРИМЕНЕНИЯ НАБОРОВ



Данное изобретение, практически проверенное при участии специалистов ВНИИ ГОЧС, разработавших материалы для капиллярной дефектоскопии, позволяющие уже на стадии производства оперативно, без применения громоздкой дорогостоящей аппаратуры выявлять поверхностные дефекты (микротрещины, микросколы и т.п.) методом неразрушающего контроля с применением материалов для капиллярной дефектоскопии.

Одной из важнейших функций МОГО является предупреждение и овладения навыками оказания первой помощи и методике проведения спасательных работ. Изобретатель ВОИР Абалаев М.В., при содействии сотрудника ВНИИ ГОЧС Капрального Ю.В. представляют новую интересную работу, в корне меняющую возможность обучения профессиям, в том числе профессии спасателя. Этот проект называется «Доработка и адаптация к требованиям МОГО и МЧС учебной мультимедийной платформы, обеспечивающей одновременное обучение 100 обучающихся, расположенных друг от друга и от преподавателя на расстоянии 1000 км. и более».

### VERIMAG ОБУЧЕНИЕ ПО ПРЯМОЙ СВЯЗИ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

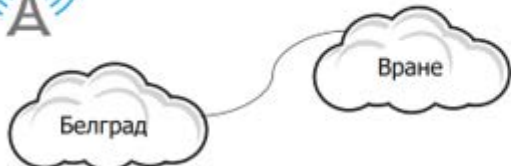


Преподаватель  
в Белград  
Учебный курс

Студент  
в Вране  
Учебный курс



Управление и интерактивное взаимодействие при работе с учебным курсом напрямую между планшетами преподавателя в Белграде и студента в Вране. Управление листанием страниц и интерактивными элементами, возможность отмечать маркером важную информацию в течении сеанса связи в реальном времени. Создание и передача в потоке фотографий с возможностью делать графические зарисовки. Графическая или текстовая переписка по защищенному каналу без необходимости использовать промежуточные сервера.



Говоря об использовании электротранспорта, нельзя не упомянуть еще об одном изобретении, которое позволит сделать круглогодичной навигацию по северным морям и

речным руслам. Это изобретение выдающегося конструктора, капитана дальнего плавания, лично знакомого со всеми трудностями навигации в высоких широтах – это изобретение Юрия Арсентьевича Чашкова под названием ледокол «Помор-ВОИР»



Выражаю уверенность в том, что изобретатели ВОИР и в дальнейшем будут делать все от них зависящее, чтобы обеспечивать безопасность населения от чрезвычайных ситуаций и техногенных катастроф.

## ВОЗМОЖНОСТИ ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ И ОТВЕТСТВЕННЫХ УЗЛОВ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ КАПИЛЛЯРНЫМ ДИАГНОСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

*Тихенькая Е. А.  
ООО «ТД РусАвиаХим»*

*Апанович А.Н.  
ВОИП*

*Маркин Ю.В.  
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)*

**Аннотация.** Разработаны и производятся комплексы для оперативного неразрушающего контроля за качеством изделий и сварных швов методом капиллярной диагностики.

**Ключевые слова:** контроль, ремонт, диагностика, капиллярный, наборы для капиллярной диагностики.

## CAPABILITIES OF RAPID DIAGNOSTICS OF BATTERY PACKS AND CRITICAL COMPONENTS OF ELECTRIC VEHICLES USING CAPILLARY DIAGNOSTIC METHOD

*Tikhienkaya Ye. A.  
“TD RusAviaKhim”*

*Apanovich A.N.  
All-Russian Society of Inventors and Rationalizers*

*Markin Yu. V.  
VNI GOChS (FC)*

**Abstract.** Complexes for rapid non-destructive quality control of products and welded joints using capillary diagnostic methods have been developed and are being produced.

**Keywords:** control, repair, diagnostics, capillary, capillary diagnostic kits.

## МОГУЋНОСТИ БРЗЕ ДИЈАГНОСТИКЕ АКУМУЛАТОРНИХ БАТЕРИЈА И КЉУЧНИХ КОМПОНЕНТА (ЋВОРОВА) ЕЛЕКТРИЧНИХ ВОЗИЛА КОРИСТЕЊИ КАПИЛАРНУ ДИЈАГНОСТИЧКУ МЕТОДУ

*Тихењакаја Е.А.  
„ТД РусАвиаХим“*

*Апанович А.Н.  
Сверуско друштво проналазача и иноватора*

*Маркин Ју.В.  
Всеруски истраживачки институт за цивилну заштиту и ванредне ситуације Министарства за ванредне ситуације Русије (Савезни центар за науку и високе технологије)*

**Апстракт.** Развјени су и производе се комплекси за брзи недеструктивни надзор квалитета производа и заварених спојева методом капиларне дијагностике.

**Кључне речи:** надзор, поправка, дијагностика, капиларни, комплети за капиларну дијагностику.

Одной из основных причин пожара при возникновении ДТП (дорожно-транспортного происшествия) с участием электромобилей является разрушение корпуса аккумуляторной батареи.

Качество изготовления корпуса, естественно, контролируется организацией-изготовителем аккумуляторных батарей, но тем не менее, в случае возникновения ДТП с участием электромобилей, разрушение корпуса и, как следствие, возникновение пожара может быть связано с микродефектами корпуса, которые в случае столкновения послужат тем «узким местом», которое и приведет к возникновению пожара.

Для выявления дефектов в готовых изделиях существует множество различных методов, от рентгеноскопического, до ультразвукового. Все эти методы позволяют выявлять как внешние, так и внутренние дефекты изделия, но они достаточно дороги и используют дорогую и, зачастую (рентгеновский метод) громоздкую аппаратуру. Кроме того, чувствительность этих методов, хотя и очень велика, но имеющиеся в изделии поверхностные микродефекты (микросколы, микротрещины и т.п.) могут попадать в зону ошибки чувствительности прибора и будут для него, естественно, не заметны.

Поэтому, мы считаем, что помимо имеющихся на предприятиях-изготовителях аккумуляторных батарей, помимо уже имеющихся методов рентгеновской и ультразвуковой дефектоскопии будет полезен и метод капиллярной дефектоскопии, который позволяет, в том числе визуально, контролировать наличие микродефектов изделия.

Изготовление и применение капиллярных методов неразрушающего контроля материалов, полуфабрикатов, изделий (далее — объекты контроля), предназначенных для обнаружения невидимых или слабовидимых невооруженным глазом дефектов типа несплошностей материала, выходящих на контролируемую поверхность регламентируется ГОСТ 18442-80 «Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования», в соответствии с которым обозначено, что капиллярные методы основаны на капиллярном проникании индикаторных жидкостей в полости поверхностных и сквозных несплошностей материала объектов контроля и регистрации образующихся индикаторных следов визуальным способом или с помощью преобразователя.

Капиллярные методы предназначены для обнаружения поверхностных и сквозных дефектов в объектах контроля, определения их расположения, протяженности (для протяженных дефектов типа трещин) и ориентации по поверхности. Издание официальное. Переиздание (декабрь 1986 г.) с Изменениями № 1, 2, утвержденными в декабре 1982 г. и апреле 1986 г. (МУС 4—83, 7—86). (6) Издательство стандартов, 1987 Стр. 2 ГОСТ 18442— 80

Капиллярные методы позволяют контролировать объекты любых размеров и форм, изготовленные из черных и цветных металлов и сплавов, пластмасс, стекла, керамики, а также других твердых неферромагнитных материалов.

Капиллярные методы применяют для контроля объектов, изготовленных из ферромагнитных материалов, если их магнитные свойства, форма, вид и месторасположение дефектов не позволяют достигать требуемой по ГОСТ 21105—75 чувствительности магнитопорошковым методом и магнитопорошковый метод контроля не допускается применять по условиям эксплуатации объекта.

Необходимым условием выявления дефектов типа нарушения сплошности материала капиллярными методами является наличие полостей, свободных от загрязнений и других веществ, имеющих выход на поверхность объектов и глубину распространения, значительно превышающую ширину их раскрытия.

Капиллярные методы подразделяют на основные, использующие капиллярные явления, и комбинированные, основанные на сочетании двух или более различных по физической сущности методов неразрушающего контроля, одним из которых является капиллярный.

Основные капиллярные методы контроля классифицируют: в зависимости от типа проникающего вещества на: проникающих растворов, фильтрующихся суспензий; в зависимости от способа получения первичной информации на: яркостный (ахроматический), цветной (хроматический), люминесцентный, люминесцентно-цветной.

Комбинированные капиллярные методы контроля в зависимости от характера физических полей (излучений) и особенностей их взаимодействия с контролируемым объектом классифицируют на: капиллярно-электростатический; капиллярно-электроиндукционный; капиллярно-магнитный; капиллярно-радиационный поглощения; капиллярно-радиационный излучения.

Дефектоскопические материалы выбирают в зависимости от требований, предъявляемых к объекту контроля, его состояния и условий контроля. Их укомплектовывают в целевые наборы (см. справочное приложение 1), в которые входят полностью ГОСТ 18442—80 Стр. 3 или частично взаимообусловленные совместимые дефектоскопические материалы, приведенные ниже: И — индикаторный пенетрант; М — очиститель объекта контроля от пенетранта; Г — гаситель пенетранта; П — проявитель пенетранта. Очиститель, индикаторный пенетрант, гаситель и проявитель характеризуют данными, приводимыми в рецептурных бланках, определяемых вышеуказанным ГОСТом.

Совместимость дефектоскопических материалов в наборах или сочетаниях обязательна. Составы набора не должны ухудшать эксплуатационные качества материала контролируемого объекта.

Очистители и гасители в зависимости от характера взаимодействия с индикаторным пенетрантом подразделяют на растворяющие, самоэмульгирующие и эмульгирующие при внешнем воздействии.

Индикаторные пенетранты подразделяют: в зависимости от физического состояния и светокolorистических признаков в соответствии с табл. 1.

Таблица 1

Физическое состояние индикаторного пенетранта	Колористический признак индикаторного пенетранта	Колористическая характеристика индикаторного следа дефекта
Раствор	Ахроматический	Черный, серый, бесцветный
	Цветной	Имеет характерный цветовой тон при наблюдении в видимом излучении
	Люминесцентный	Испускает видимое излучение под воздействием длинноволнового ультрафиолетового излучения
	Люминесцентно-цветной	Имеет характерный цветовой тон при наблюдении в видимом излучении и люминесцирует под воздействием длинноволнового ультрафиолетового излучения
Суспензия	Люминесцентный или цветной	Скопление люминесцентных или цветных частиц суспензии в устье дефекта

в зависимости от физических свойств на: нейтральные, магнитные, Стр. 4 ГОСТ 18442—80 электропроводящие, ионизирующие, поглощающие ионизирующее излучение, комбинированные; в зависимости от технологических признаков на: удаляемые органическими растворителями, водосмываемые, водосмываемые после воздействия очистителя или поверхностно-активных веществ, нейтрализуемые гашением люминесценции

или цвета.

Проявители подразделяют: в зависимости от состояния в соответствии с табл. 2.

Таблица 2

Физическое состояние	Принцип действия	Характеристика
Порошок	Сорбционный	Сухой, преимущественно белый сорбент, поглощающий индикаторный пенетрант
Суспензия		Преимущественно белый сорбент, поглощающий индикаторный пенетрант, диспергированный в летучих растворителях, воде или быстросохнущих смесях
Краска (лак)	Диффузионный	Связывающий пигментированный или бесцветный быстросохнущий раствор, поглощающий индикаторный пенетрант
Пленка		Бесцветная или белая накладная лента с проявляющим, например, липким слоем, поглощающим индикаторный пенетрант, отделяемый с индикаторным следом от контролируемой поверхности

В зависимости от характера взаимодействия проявителя с индикаторным пенетрантом на: химически пассивные, не меняющие колористические свойства индикаторного пенетранта; химически активные (реактивные) меняющие цвет, способность люминесцировать или дающие продукты реакции, индицирующие дефекты.

В необходимых случаях для обнаружения следа дефекта и расшифровки результатов контроля применяют различные средства осмотра (лупы, бинокулярные стереоскопические микроскопы, зеркала) в условиях, обеспечивающих освещенность объекта контроля, соответствующую правилам эксплуатации этих средств.

В данном докладе описаны запатентованные новые средства, применяемые для неразрушающего контроля ответственных высокотехнологических изделий и сварных швов.

Так, производятся следующие наборы:

**«Набор ЛЮМ1-ОВ дефектоскопических материалов для капиллярного люминесцентного контроля»**, состоящего из:

- индикаторный пенетрант – ЛЖ6А;
- очищающая жидкость – ОЖ-1М;
- проявитель – ПР-1

## НАБОР «ЛЮМ-1 ОБ»

ОБЕСПЕЧИВАЕТ ОСОБО ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ



Преимуществам данного метода являются:

- 1 высокая чувствительность;
- 2 сохранение вида и размеров индикаций дефектов длительное время, что имеет принципиальное значение при необходимости измерения и сравнения с нормами оценки качества, заложенными разработчиком изделия, в случае обязательного предъявления заказчику и в других обоснованных случаях.

Набор широко используется в авиационной отрасли. Практически все авиационные двигатели и многие планеры разработки отечественных Главных конструкторов были сертифицированы с использованием капиллярного контроля особо ответственных деталей набором ЛЮМ1-ОБ

Преимущества данного набора:

- 1 высокая чувствительность;
  - 2 сохранение вида и размеров индикаций дефектов длительное время
- «Комплект жидкостей ЦМ-15В для выявления поверхностных дефектов на деталях».**

В набор входят:

- пенетрант – красная краска «К»;
- проявитель – белая краска «М»

## КОМПЛЕКТ ЖИДКОСТЕЙ ЦМ-15В

ПРЕДНАЗНАЧЕН ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ НА ДЕТАЛЯХ

Преимуществам данного метода являются:

- 1 высокая чувствительность;
- 2 сохранение вида и размеров индикаций дефектов длительное время, что имеет принципиальное значение при необходимости измерения и сравнения с нормами оценки качества, заложенными разработчиком изделия, в случае обязательного предъявления заказчику и в других обоснованных случаях.

Набор широко используется в авиационной отрасли. Практически все авиационные двигатели и многие планеры разработки отечественных Главных конструкторов были сертифицированы с использованием капиллярного контроля особо ответственных деталей набором ЦМ-15В



Преимущества:

1. высокая чувствительность;
  2. сохранение вида и размеров индикаций дефектов длительное время
- «Комплект в составе ЦМ15-В и ЛЮМ-1ОБ в аэрозольной упаковке».**

Используется для капиллярного контроля, предотвращающего угрозу разлива, перерасхода

материала, использования кисти и для локального контроля отдельных мест диагностируемого элемента, которые не требуют 100%-ой обработки поверхности.

**КАПИЛЛЯРНЫЙ КОНТРОЛЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЕФЕКОСКОПИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**  
КОМПЛЕКТА ЦМ15-В И ЛЮМ-10В В АЭРОЗОЛЬНОЙ УПАКОВКЕ ИМЕЕТ РЯД ПРЕИМУЩЕСТВ: ОТПАДАЕТ НЕОБХОДИМОСТЬ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ КИСТИ, НЕТ УГРОЗЫ РОЗЛИВА ИЛИ ПЕРЕРАСХОДА МАТЕРИАЛА, УПАКОВКА УДОБНА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ. НАБОР В АЭРОЗОЛЬНОЙ УПАКОВКЕ УДОБНО ПРИМЕНЯТЬ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ, НАПРИМЕР, ДЛЯ КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ ШВОВ, В ДРУГИХ СЛУЧАЯХ, ГДЕ НЕТ НЕОБХОДИМОСТИ В 100%-НОЙ ОБРАБОТКЕ ПОВЕРХНОСТИ.



Результаты действия указанных материалов для выявления дефектов капиллярным методом видны на фотографиях:



**«ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛОСЬОНА «ВИТА-МЧС» МАРКИ  
«ДАНТИЛЕН» ДЛЯ ОКАЗАНИЯ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ УЧАСТНИКАМ ДТП С  
ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОАВТОМОБЛЕЙ»**

*Апанович А.Н.  
ВОИП*

*Тихенькая Е. А.  
ООО «ТД РусАвиаХим»*

**Аннотация.** Разработаны новый вид лосьона с предварительным названием «ВИТА-МЧС», помогающего при ДТП с участием электроавтомобилей, оказать оперативную, высокоэффективную помощь в обработке повреждений при получении термических и химических ожогов

**Ключевые слова:** раны, ранения, ожоги, первая помощь, лосьоны полифункциональные растворы, ВИТА-СТАВ.

**STUDY OF THE POSSIBILITY OF USING THE “VITA-MČS” LOTION BRAND  
“DANTILENE” FOR PROVIDING FIRST AID TO TRAFFIC ACCIDENT VICTIMS  
INVOLVING ELECTRIC VEHICLES**

*Apanovich A.N.  
All-Russian Society of Inventors and Rationalizers*

*Tikhienkaya Ye. A.  
“TD RusAviaKhim”*

**Abstract.** A new type of lotion, preliminarily named “VITA-MČS”, has been developed to assist in traffic accidents involving electric vehicles by providing rapid, highly effective aid in treating injuries caused by thermal and chemical burns.

**Keywords:** wounds, injuries, burns, first aid, multifunctional lotions, VITA-STAV.

**ПРОУЧАВАЊЕ МОГУЋНОСТИ ПРИМЕНЕ ЛОСИОНА „ВИТА-МЧС“ МАРКЕ  
„ДАНТИЛЕН“ ЗА ПРУЖАЊЕ ПРВЕ ПОМОЋИ УЧЕСНИЦИМА САОБРАЋАЈНИХ  
НЕСРЕЋА СА ЕЛЕКТРИЧНИМ ВОЗИЛИМА**

*Апанович А.Н.  
Сверуско друштво проналазача и иноватора*

*Тихењакаја Е.А.  
„ТД РусАвиаХим“*

**Апстракт.** Развијен је нови тип лосиона са прелиминарним називом „ВИТА-МЧС“, који помаже у саобраћајним несрећама са електричним возилима да пружи брзу, високоефикасну помоћ у обради повреда приликом добијања термичких и хемијских опекотина.

**Ключне речи:** ране, повреде, опекотине, прва помоћ, полифункционални раствор, ВИТА-СТАВ.

Одной из возможных проблем при ранениях, получаемых при возникновении пожара в случае ДТП (дорожно-транспортного происшествия) с участием электромобилей является возникновение пожара, вызывающего термические ожоги у пострадавших и химические ожоги при попадании химических реактивов на кожу пострадавших.

Не во всех случаях пострадавшим, имеющим термические и химические ожоги, возможно оказание помощи с предварительной обработкой мест поражения, тогда как на «купирование» пораженных мест большое влияние имеет временной фактор.

Поэтому, при оказании первичной медицинской помощи пострадавшим от термических и химических ожогов, огромное значение имеет гемостатических средств.

Современные гемостатические средства должны отвечать следующим требованиям:

- универсальностью свойств;
- легкостью применения;
- возможностью применения в любых полевых условиях без предварительной обработки;
- доступностью.

Также они должны обладать:

- антисептическими свойствами;
- защитными и дезинфицирующими свойствами;
- хорошими моющими свойствами (поверхностно-активными свойствами);
- кровоостанавливающими свойствами;
- обезболивающими свойствами или частично обезболивающими свойствами;
- создавать условия для регенерации тканей и ряд других.

К сожалению, большинство современных промышленно выпускаемых гемостатических средств наносятся на первично обработанные и подготовленные пораженные места, что в случае с ДТП не всегда возможно.

Нам удалось создать материалы, удовлетворяющие всем требованиям, предъявляемым к современным гемостатическим средствам.

Эти материалы мы сертифицировали как парфюмерно-косметическую продукцию, производимую в виде лосьонов (душистой воды).

Их эффективной основывается на полифункциональных свойствах четвертичного амина, обработанного соответствующим образом и являющегося аналогом широко применяемых растворов «ВИТА-СТАВ» и «ДАНТИЛЕН-300».

Выпускается линейка лосьонов марки «ДПНТИЛЕН» в различной упаковке, с различными видами запахов и, естественно, наименований.



Опытное производство этих «волшебных» лосьонов создано в двух местах: в ООО «ТД РусАвиаХим» в Обнинске, Калужская область и в ООО «Селенит», г. Ставрополь.

Вся линейка лосьонов выпускается с концентрацией 1% ДВ, как (что подтверждено практикой) наиболее приемлемой концентрацией, способствующей скорейшему обезболиванию и регенерации тканей.

Разработанные лосьоны с 1%-ной концентрацией, также как и рабочие растворы «ВИТА-СТАВ» и «ДАНТИЛЕН-300», на основе достаточно большого набора опытных данных, полученных от людей, применявших и применяющих указанные препараты, позволяют сделать выводы о высокой эффективности данных растворов и для людей.

Их использование позволяет обеспечить пострадавших при ДТП с участием электромобилей и получивших термические и химические ожоги людей и животных современными полифункциональными гемостатическими лосьонами линейки «ДАНТИЛЕН» снимающими болевые ощущения, останавливающие кровотечение и оказывающие антисептическое и дезинфицирующее действие, приводящие, в последствие, к ускорению восстановительных и регенеративных процессов.

Разработанные лосьоны имеют ряд полезных полифункциональных свойств:

- 1) Защищают от заражения поврежденную кожу даже при наличии в ране загрязнений.
- 2) Обладают:
  - защитными и дезинфицирующими свойствами;
  - хорошими моющими свойствами (поверхностно-активными свойствами), необходимыми для очистки раны после выхода из экстремальной ситуации;
  - кровеостанавливающим свойством;
  - обезболивающим свойством или частично обезболивающим свойством;
  - ускорением регенерации тканей и ряд других.

Данные лосьоны имеют государственную регистрацию.

В случае ДТП с участием электромобилей ожоги обрабатываются лосьонами либо непосредственно с ладони методом «налива», либо из флакона с распылителем методом распыления. Главное полностью обработать поврежденные поверхности тела. Это обеспечит защиту поврежденного участка и предотвратит заражение, остановит кровотечение, а также несколько снизит болевые ощущения. Обработанные места категорически запрещается закрывать герметическими и другими «не дышащими» материалами и повязками.

При попадании в стационар на лечение, обработанную поверхность промыть водой и обеспечить доступ воздуха, не закрывая «не дышащими материалами и повязками, Следующую обработку лосьоном провести не ранее, чем через 24 часа.

Результаты лечения можно видеть на фотографиях лечения ожогов растворами «ВИТА-СТАВ», являющегося основой и действующим веществом указанных лосьонов.

ПАЦИЕНТ Г.-1985Г.Р- ОБШИРНЫЕ ТЕРМИЧЕСКИЕ ОЖОГИ ПРАВОЙ КОНЕЧНОСТИ, СПИНЫ, ЛЕВОЙ РУКИ, И ГОЛОВЫ ОТ 15.08.2023. СОСТОЯНИЕ ПОСЛЕ МНОЖЕСТВЕННЫХ КОЖНЫХ ТРАНСПЛАНТАЦИЙ.



ПОЛУЧИЛ 5 ФЛАКОНОВ ПО 10МЛ 1% Р-Р. ПРОИЗВОДИЛАСЬ ОБРАБОТКА ВЫБРАННЫХ ОЖОГОВ 3 РАЗА В СУТКИ. ПАЦИЕНТ ОТМЕЧАЕТ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТА ЧЕРЕЗ 30 МИНУТ ПОСЛЕ НАНЕСЕНИЯ- КУПИРУЕТСЯ БОЛЕВОЙ СИНДРОМ, ЗУД И РАЗДРАЖЕНИЕ. ПОСЛЕ ПЕРВОГО ПРИМЕНЕНИЯ- УХОДИТ ВОСПАЛЕНИЕ И В ДАЛЬНЕЙШЕМ НЕ НАБЛЮДАЕТСЯ.

КОМФОРТНЕЕ ЧУВСТВУЕТ СЕБЯ В ВЕРХНЕЙ ОДЕЖДЕ(ФУТБОЛКА) КОНТАКТИРУЮЩЕЙ С ПОРАЖЕННЫМИ УЧАСТКАМИ КОТОРЫЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ОБРАБАТЫВАЛИСЬ РАСТВОРОМ. СКОРОСТЬ ЗАЖИВЛЕНИЯ И РЕГЕНЕРАЦИИ ЗНАЧИТЕЛЬНО ВЫШЕ ЧЕМ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОМБУСТИОЛОГАМИ ТРАДИЦИОННЫХ МЕТОДИК ЛЕЧЕНИЯ(ОБРАБОТКИ, ГЕЛИ, СЕТКИ, МАЗИ И Т.Д).

РАЗНИЦА МЕЖДУ СНИМКАМИ 5 СУТОК





Основное требование к применению данных лосьонов - выдержка на открытом воздухе, поскольку при этом происходит быстрое застывание без заражений, воспалений и болевых ощущений, особенно, если на раны не нажимать и дополнительно не травмировать. Нельзя также раны закрывать герметичными материалами, исключая испарения влаги и пота.

Считаем, что необходимо рекомендовать владельцам автотранспортных средств в виде электромобилей, электроскутеров и др. иметь в медицинской аптечке данные лосьоны.

**ДОРАБОТКА И АДАПТАЦИЯ К ТРЕБОВАНИЯМ МОГО И МЧС УЧЕБНОЙ  
МУЛЬТИМЕДИЙНОЙ ПЛАТФОРМЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ОДНОВРЕМЕННОЕ  
ОБУЧЕНИЕ 100 ОБУЧАЮЩИХСЯ, РАСПОЛОЖЕННЫХ ДРУГ ОТ ДРУГА И ОТ  
ПРЕПОДАВАТЕЛЯ НА РАССТОЯНИИ 1000 КМ И БОЛЕЕ.**

*Абаляев М.В.*  
ООО «ВЕРИМАГ»

*Маркин Ю.В.*  
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

**Аннотация.** Разработана и рекомендуется к работе в системе МОГО оригинальная учебная мультимедийная платформа, обеспечивающая одновременное независимое обучение более 100 обучающихся, находящихся друг от друга и преподавателя на расстоянии более 1000 км.

**Ключевые слова:** обучение, учащийся, обучающийся, учеба, мультимедийная обучающая платформа.

**Refinement and Adaptation to the Requirements of ICDO and EMERCOM of a Training  
Multimedia Platform that Provides Simultaneous Training for 100 Trainees Located at a  
Distance of 1000 km or More from Each Other and the Lector**

*Abalyaev M.V.*  
Company "VERIMAG"

*Markin Yu.V.*  
VNI GOChS (FC)

**Abstract.** An original training multimedia platform has been developed and is recommended for use within the ICDO system. This platform provides simultaneous independent training for more than 100 trainees who are located at a distance of over 1000 km from each other and the instructor (lector).

**Keywords:** training, trainee, education, multimedia training platform.

**ДОРАДА И АДАПТАЦИЈА ЗА ЗАХТЕВЕ ИЦДО И МЧС РУСИЈЕ НАСТАВНЕ  
МУЛТИМЕДИЈАЛНЕ ПЛАТФОРМЕ, КОЈА ОМОГУЋАВА ИСТОВРЕМЕНО ОБУКУ  
100 ПОЛАЗНИКА, РАСПОРЕЂЕНИХ ЈЕДАН ОД ДРУГОГ И ОД ПРЕДАВАЧА НА  
РАЗДАЉИНИ ОД 1000 КМ И ВИШЕ.**

*Абалиаев М.В.*  
«ВЕРИМАГ»

*Маркин Ју. В.*  
Све-руски научно-истраживачки институт за проблеме цивилне заштите и ванредних ситуација МЧС Русије (Савезни центар за науку и високе технологије)

**Апстракт:** Развијена је и препоручена за рад у систему ИЦДО оригинална образовна мултимедијална платформа, која омогућава истовремено независно учење више од 100 полазника, који се налазе један од другог и од предавача на удаљености већој од 1000 км.

**Кључне речи:** обука, ученик, полазник, образовање, мултимедијална образовна платформа.

В настоящее время особое значение придается подготовке кадров, которая может проводиться как в очно-заочной системе, так и в системе отдаленного обучения с использованием сети интернета. Учеба может носить как теоретический характер, так и практическое применение в виде работы с макетами и натуральными объектами.

Система работы и учебы в системе интернет достаточно удобна, поскольку нет необходимости отрываться от дома на значительное время и расстояние, как это принято при традиционном получении школьного, средне технического и высшего образования, но и она имеет свои недостатки. К таким очень серьезным недостаткам относиться невозможность, подключившись к системе, работать с каждым слушателем индивидуально для лучшей проработки изучаемого материала. Кроме того, система интернета не дает возможности вести практические занятия на расстоянии, используя веб-камеры. Нами разработана система, позволяющая избежать указанных недостатков.

Система «ВЕРИМАГ» предназначена для обучения учащихся по прямой связи мобильных устройств.



Так, например, управление и интерактивное взаимодействие при работе с учебным курсом возможно напрямую между планшетами преподавателя в Белграде и студента в Вране.

Возможно управление листанием страниц и интерактивными элементами, возможность отмечать маркером важную информацию в течении сеанса связи в реальном времени. Возможна создание и передача в потоке фотографий с возможностью делать графические зарисовки. Возможна также графическая или текстовая переписка по защищенному каналу без необходимости использовать промежуточные сервера.

Платформа Verimag® – это комплекс программных продуктов для создания интерактивных медиа-книг и организации на их основе управляемых групп мобильных устройств для обучения и работы независимо от наличия интернет. Платформа использует собственный формат файлов и запатентованный протокол связи. Автономная сеть мобильных устройств организуется на основе медиа-книги с помощью синхронизации и передачи коротких сообщений, что обеспечивает высокую скорость и стабильность взаимодействия. Бесплатно скачать можно из GooglePlay/AppStore/AppGallery/RuStore программу ВМК (Веримаг Медиа Книги)

**Платформа состоит из следующих блоков:**

- Программа создания интерактивных медиа-книг и презентаций для мобильных устройств (смартфонов, планшетов). Позволяет быстро, просто и недорого собирать интерактивные приложения из PDF-файлов и различных медиа-ресурсов в формате платформы.

- Программный компонент платформы, создающий управляемую сеть и среду взаимодействия мобильных устройств. Позволяет объединять устройства в группы, как полностью оффлайн, так и в смешанном режиме при наличии интернет и внешних точек доступа.

- Программа воспроизведения плеер (Reader), созданных на конструкторе медиа-книг (Composer), выполняет роль «операционной подсистемы». Сам плеер (Reader) не несёт в себе никакой информации и является средой для воспроизведения команд, отправленных на него по сети (Network) по созданному каналу связи как автономному, так и через IP соединение.

### **Преимущества программ на платформе Verimag**

- быстрое обучение и простая работа в offline при минимуме затрат и наличии инструментов для рекламы (работа над стандартным проектом на платформе Verimag занимает от 1 дня);

- работа в условиях ограничения связи: выставки, экскурсии, закрытые мероприятия;

- дополнительное интерактивное рекламное наполнение, интуитивный интерфейс.

- приложения на платформе Verimag создаются не программистом, а самим пользователем.

### **Какие есть направления применения медиакниг? 8 основных направлений**

Авторские книги и курсы

Юбилейный альбом

Биографическая книга

Книга о релизе артиста

Герои детских сказок и аналитические графики «оживают» на страницах. Авторы художественных произведений могут переиздавать bestseller'ы и творить в медиа-формате,

а эксперты собирать курсы с персонализированным дизайном.

Интерактивный мультиучебник

Управляемая презентация

Электронный журнал

Offline каталог

### **Отдельным направлением стало создание медиакниг к фильмам проекта «Киноуроки в школах России и Мира»**

В содружестве с проектом «Киноуроки в школах мира» мы создаём медиа-книги на основе фильмов проекта. Тематика фильмов, основанная на важнейших качествах человека, предоставляет прекрасные возможности для воспитательной работы с детьми и подростками школьного возраста. Причём это одинаково интересно как для коллективной работы в группе или классе, так и для домашнего совместного использования родителями с детьми.

Каждая медиа-книга «Киноуроков» содержит несколько уровней: краткий и подробный анализ одного или нескольких важнейших человеческих качеств по теме фильма, информацию о прототипе героя фильма, интерактивную игру.

Главный уровень книги содержит фильм и страницы с наиболее важными темами, раскрываемыми в фильме. Фильм закончился, но вы ещё продолжаете проживать историю его героев.

Уровень краткого анализа содержит ключевые вопросы по теме фильма. Он выполнен в форме тестовых заданий, где ребёнок приходит к однозначным (но непростым) ответам на задаваемые ему вопросы. В результате он может сделать свой вывод, посмотреть, где ошибся,

получить условную оценку своих ответов в виде итогового балла и прийти к правильному пониманию обсуждаемого вопроса.

Подробный анализ даёт большие творческие возможности воспитателю или классному руководителю для проведения тематических занятий.

Ход занятия выстроен по эпизодам фильма, где каждый фрагмент является отдельным важным вопросом. Дополнительно в медиа-книгу может быть включена интерактивная командная игра, в ходе которой дети пополняют и закрепляют свои знания по основным темам урока и учатся действовать сообща, развивают навыки коллективного взаимодействия.

Медиа-книга не только показывает и рассказывает о людях, поступках, событиях, но и заставляет прожить и прочувствовать их самим.

## ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРОВ ПРИ ДТП С ЭЛЕКТРОМОБИЛЯМИ

*Масалева М.В.*

*Финансовый университет при Правительстве РФ, г. Москва*

*Власов А.Г.*

*Академия Государственной Противопожарной службы МЧС России*

**Аннотация.** В наше время электромобили стали все более популярными, благодаря своей экологичности, экономичности и удобству использования. Однако, в случае ДТП с участием таких автомобилей, процесс тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ может оказаться более сложным и опасным, чем в случае традиционных транспортных средств. В данной статье мы рассмотрим вопросы безопасности, с которыми сталкиваются спасатели и пожарные при работе с электромобилями.

**Ключевые слова:** безопасность, аварийно-спасательные работы, пожарная безопасность, экологическая безопасность, электромобили, инновационные технологии, ДТП.

## SAFETY ISSUES OF EMERGENCY RESCUE OPERATIONS WHEN EXTINGUISHING FIRES IN ACCIDENTS WITH ELECTRIC VEHICLES

*Masaleva M.V.*

*Financial University under the Government of the Russian Federation*

*Vlasov A.G.*

*Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergencies of Russia*

**Abstract.** Electric vehicles have become increasingly popular due to their environmental friendliness, economy, and ease of use. However, in the event of an accident involving such vehicles, the process of extinguishing fires and carrying out emergency rescue operations may be more difficult and dangerous than in the case of traditional vehicles. In this article, we will consider the safety issues rescuers and firefighters face when working with electric vehicles.

**Keywords:** safety, emergency rescue operations, fire safety, environmental safety, electric vehicles, innovative technologies, accidents.

## БЕЗБЕДНОСНА ПИТАЊА ТОКОМ ХИТНИХ СПАСИЛАЧКИХ РАДОВА ПРИ ГАШЕЊУ ПОЖАРА У САОБРАЋАЈНИМ НЕСРЕЋАМА НА ЕЛЕКТРИЧНИМ ВОЗИЛИМА

*Масалева М.В.*

*Финансијски универзитет при Влади Руске Федерације*

*Власов А.Г.*

*Академија Државне ватрогасне службе Министарства за ванредне ситуације Русије*

**Апстракт.** Данас су електрични аутомобили постали све популарнији због своје еколошке прихватљивости, ефикасности и лакоће употребе. Међутим, у случају удеса са таквим возилима, процес гашења пожара и извођења хитних спасилачких радова може бити тежи и опаснији него у случају традиционалних возила. У овом чланку ћемо се осврнути на

безбедносна питања са којима се суочавају ватрогасци-спасиоци током рада на електричним возилима.

**Кључне речи.** безбедност, хитне спасилачки радови, безбедност од пожара, безбедност животне средине, електрична возила, иновативне технологије, саобраћајне несреће.

Проведение аварийно-спасательных работ при тушении пожаров, возникающих в результате дорожно-транспортных происшествий (далее – ДТП) связано с решением таких оперативных задач, как оказание помощи пострадавшим и ликвидации последствий с целью предотвращения распространения вторичных поражающих факторов.

При решении указанных задач, представляется необходимым рассмотреть поражающие факторы, возникающие при ДТП с электромобилями.

Техническое развитие в автомобилестроительной отрасли на современном этапе связано с разработкой и внедрением инновационных технологий.

Тренд применения инновационных технологий направлено на формирование экологической безопасности окружающей среды, а также сокращения количества природных ресурсов, используемых для производства топлива.

Инновационная деятельность является одним из ключевых показателей развития и устойчивости. Разрабатываемые технологии формируют новые технологические процессы, и новые источники опасности для безопасности жизнедеятельности.

Основной сферой воздействия опасностей от эксплуатации автомобилей является экологическая. Опасные факторы связаны с загрязнением природной среды выбросами топлива, утилизацией автомобилей и его комплектующих деталей (двигателей, аккумуляторных батарей и т.п.).

Опасности, связанные с электромобилями связаны с эксплуатацией литий-ионных аккумуляторов, которые могут стать причиной возникновения пожара и образования токсичных газов в случае аварии. Кроме того, высокое напряжение и особенности конструкции электромобилей могут создавать опасности для спасателей, не имеющих достаточного опыта работы с такими транспортными средствами.

Вопросы безопасности проведения аварийно-спасательных работ при тушении пожаров при ДТП с электромобилями являются актуальной темой, требующей всестороннего анализа и применения специальных подходов.

Основной задачей спасательных служб является быстрая и эффективная реакция на ситуации, связанные с тушением пожаров или проведении спасательных работ на месте ДТП с электромобилями. При принятии ряда мер предосторожностей ключевым аспектом является предварительное изучение протоколов безопасности эксплуатации электромобилей, включая использование огнеупорных покрытий и специальные средства для тушения, такие как абляционные порошки или специальные пеногасители.

В первую очередь, спасатели должны отключить высокое напряжение и обесточить автомобиль, чтобы избежать возможного поражения электрическим током. Также важно иметь специализированное оборудование для работы с литий-ионными аккумуляторами, чтобы минимизировать риск возгорания или взрыва.

Важно помнить, что электромобили имеют особенности конструкции, такие как усиленная защита батареи, которая может затруднять доступ к пожару или пострадавшим. Поэтому спасателям необходимо быть готовыми к тому, что процесс оказания помощи и тушения пожара может занять больше времени, чем при работе с обычными автомобилями.

Для обеспечения безопасности спасателей необходимо проводить специальную подготовку и обучение по работе с электромобилями, а также иметь необходимое оборудование для предотвращения возможных опасностей.

Безопасность при проведении аварийно-спасательных работ на месте ДТП с электромобилями играет решающую роль в защите жизни и здоровья спасателей, пожарных и пострадавших.

Правильная подготовка, знание особенностей электромобилей и соблюдение мер предосторожности — вот ключевые моменты, которые помогут эффективно и безопасно провести спасательные работы в подобных ситуациях.

Спасатели должны быть обучены выявлению признаков потенциального риска, таких как запах дыма или нестандартные звуки из аккумулятора. Важно соблюдать безопасные дистанции и использовать защитное оборудование, чтобы минимизировать риск поражения электрическим током. Общение с производителями автомобилей и постоянное обновление

знаний о новых технологиях также играют значительную роль в обеспечении безопасности на месте происшествия.

В связи с этим, предлагается алгоритм взаимодействия сотрудников аварийно-спасательных формирований с производителями электромобилей автомобилей для обеспечения безопасности проведения работ по тушению пожаров при ДТП включает несколько ключевых этапов:

1. Предварительная подготовка: проведение регулярных обучений для спасателей о специфике электромобилей, их конструкции и потенциальных угрозах, связанных с пожаром, включая особенности работы с литий-ионными аккумуляторами.

2. Создание информационной базы: совместно с производителями электромобилей формируется база данных, содержащая техническую информацию о моделях и их системах безопасности, а также схемы быстрого доступа к отключению электросистем.

3. Оперативный обмен данными: в случае ДТП, спасательные формирования должны немедленно уведомить производителя об инциденте, чтобы получить оперативную поддержку и рекомендации по ликвидации возгорания.

4. Координация действий: на месте происшествия спасатели должны работать в тесном взаимодействии с представителями производителей, которые могут предоставить экспертное заключение по безопасному обращению с конкретной моделью электромобиля.

5. Послеаварийный анализ: после завершения работы на месте происшествия необходимо провести совместный анализ ситуации с целью выявления недостатков во взаимодействии и разработки рекомендаций для дальнейшего улучшения процесса.

Взаимодействие сотрудников аварийно-спасательных формирований с производителями электромобилей является ключевым аспектом обеспечения безопасности при тушении пожаров в результате ДТП. В условиях быстро развивающихся технологий и увеличения числа электромобилей на дорогах, важно учитывать особенности их конструкции и компонентов, таких как батареи, которые могут представлять особую опасность в случае повреждения.

Прямое сотрудничество между спасателями и производителями автомобилей позволит обеспечить доступ к актуальной информации о поведении электромобилей в аварийных ситуациях. Это включает в себя знание о типах используемых батарей, протоколах отключения электросистем и методах безопасного извлечения пострадавших. Обучение сотрудников служб спасения специфике электромобилей не только повысит уровень их профессиональной подготовки, но и снизит риски во время проведения операций.

Кроме того, разработка совместных инструктажей и алгоритмов действий в экстренных ситуациях поможет минимизировать последствия аварий и защитить жизни людей. Таким образом, эффективная коммуникация и подготовка являются залогом успешного взаимодействия, что в итоге ведет к повышению общей безопасности дорожного движения.

### Список источников

1. Алексеев С. П. Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях. Учебное пособие / С.П. Алексеев. - М.: Издательство Политехнического университета, 2017. - 482 с.

2. Колеганов С.В., Поздняков Н.А., Иванов В.С. и др. Проведение спасательных работ при дорожно-транспортных происшествиях М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России, 2019 – 330 с.

3. Чеберяк Вадим Викторович Правила и способы тушения электромобилей пожарной охраной // Достижения науки и образования. 2020. №9 (63). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pravila-i-sposoby-tusheniya-elektromobiley-pozharnoy-ohranoy>

4. Сан, Р. Биссчоп, Х. Ниу, Х. Хуанг (2020). Обзор возгораний аккумуляторов в электромобилях. Технология пожаротушения, 56 Приглашенный обзор <https://doi.org/10.1007/s10694-019-00944-3>.URL.

6. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей. Федеральный закон от 22 августа 1995 г. №151. URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/efficiency/#](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/efficiency/#) (Дата обращения 12.08.2024).

7. Приказ Минтруда России от 11.12.2020 N 881н «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны». URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_373408/6d8bcfefdfb8ffb58a9d2b79edb8655328f21125/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_373408/6d8bcfefdfb8ffb58a9d2b79edb8655328f21125/).

8. Методические рекомендации по работе органов управления и сил РСЧС по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, вызванных заторами на федеральных автомобильных дорогах (утв. МЧС России 20.08.2020 N 2-4-71-19-11).

## ПРИМЕРНЫЙ АЛГОРИТМ ДЕЙСТВИЙ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ДТП С УЧАСТИЕМ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

*Гладченко В.Я., Максимкин В.А.  
ГУ МЧС России по Ростовской области*

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются основные действия пожарно-спасательных подразделений при проведении аварийно-спасательных работ при ДТП с участием электротранспорта. На основе проведенного анализа конструкции электротранспорта, были даны рекомендации по технике безопасности.

**Ключевые слова:** аварийно-спасательные работы, электротранспорт, дорожно-транспортное происшествие.

## APPROXIMATE ALGORITHM OF ACTIONS OF FIRE AND RESCUE UNITS IN EMERGENCY RESCUE OPERATIONS IN A TRAFFIC ACCIDENT INVOLVING ELECTRIC VEHICLE

*Gladchenko V.Ya., Maksimkin V.A.  
Main Directorate of the Ministry of Emergency Situations of Russia for the Rostov Region*

**Abstract.** This article examines the main actions of fire and rescue units in emergency rescue operations in an accident involving electric vehicles. Safety recommendations were given based on the analysis of the design of electric transport.

**Keywords:** emergency rescue operations, electric vehicle, traffic accident.

## ОКВИРНИ АЛГОРИТАМ ДЕЛОВАЊА ВАТРОГАСНО-СПАСИЛАЧКИХ ЈЕДИНИЦА ПРИ ИЗВОЂЕЊУ ХИТИХ СПАСИЛАЧКИХ РАДОВА У САОБРАЋАЈНИМ НЕСРЕЋАМА НА ЕЛЕКТРИЧНИМ ВОЗИЛИМА

*Гладченко В.Ј., Максимкин В.А.  
Главна управа Министарства за ванредне ситуације Русије за Ростовску област*

**Апстракт.** У овом чланку се разматрају главне акције ватрогасно-спасилачких јединица при извођењу спасилачких радова у случају несрећа са електричним возилима. На основу анализе дизајна електричних возила дате су безбедносне препоруке.

**Кључне речи:** хитне спасилачке акције, електрична возила, саобраћајна несрећа.

Проблема загазнення воздушних басейнов крупних городов с каждым годом становится всё более актуальной, при этом более 90% суммарного выброса загрязняющих веществ от всех источников приходится на автотранспорт. Основными факторами, влияющими на загрязнение атмосферного воздуха выбросами от автотранспорта, являются постоянный рост автомобильного парка, режим движения с постоянными разгонами и торможениями, при котором выбросы загрязняющих веществ возрастают в 2-3 раза, низкие экологические характеристики транспортных средств, в особенности автобусов и грузовых автомобилей. Таким образом, в настоящее время сфера эксплуатации электротранспорта является одной из наиболее развивающейся.

Большинство электромобилей сконцентрировано, по последним данным, в следующих регионах: Приморский край – >1500; Иркутская область – >1300; Москва – >1300. Далее с большим отрывом Хабаровский край – >800; Краснодарский край – >600; Московская область – >500; Новосибирская область – >500; Санкт-Петербург – >400. Таким образом, можно сделать вывод, что количество электромобилей в нашей стране ежегодно увеличивается, что поднимает вопрос о готовности пожарно-спасательных подразделений к тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ (далее – АСР) при дорожно-транспортных происшествиях (далее – ДТП) с участием электротранспорта [1-5].

На основании проведённого анализа конструкции и технических характеристик наиболее распространённых моделей электротранспорта, авторами предлагается примерный алгоритм действий пожарно-спасательных подразделений при проведении АСР при ДТП с участием электротранспорта:

- 1) При следовании на место вызова по заявке, связанной с возгоранием электротранспорта, необходимо через диспетчера и заявителя, по возможности, уточнить марку электромобиля и наличия пострадавших;
- 2) Стабилизировать автомобиль с помощью колодок (под каждое колесо);
- 3) Обеспечить доступ в салон путём демонтажа дверной карты (рисунок 1);



Рис. 1 – Процесс демонтажа дверной карты электромобиля

- 4) Обеспечить доступ к приборной панели путём демонтажа капота и крыла автомобиля (принять во внимание, что там могут проходить высоковольтные кабели с напряжением до 600В);
- 5) Осуществить резку опоры в подкапотном пространстве и стойки лобового стекла (рисунок 2);
- 6)



Рис. 2 – Процесс резки стойки лобового стекла электромобиля

7) Сделать надрез крепления приборной панели в салоне электромобиля (рисунок 3);



Рис. 3 – Процесс резки крепления приборной панели в салоне электромобиля

8) Найти крепкую зону опоры на корпусе автомобиля и произвести подъем приборной панели (принять во внимание, чтобы избежать его касания и повреждения, что там может находиться конвертер постоянного и переменного токов) (рисунок 4) [6].

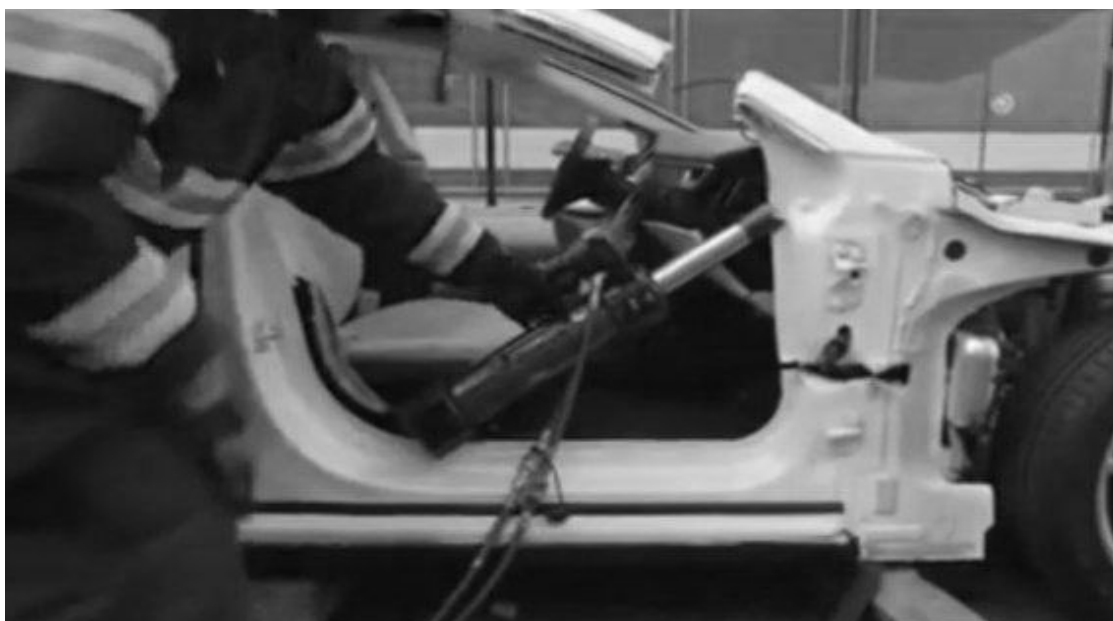


Рис. 4 – Процесс подъёма приборной панели в салоне электромобиля

Необходимо при проведении АСР так же принять во внимание следующие факты, касаемо техники безопасности:

- центр тяжести электромобилей отличается от обычных автомобилей, в связи с расположением батарей;
- помните, что если не слышно работы двигателя, это не означает, что автомобиль выключен;
- постоянно следите за индикатором состояния на панели инструментов, проверяя, включено или выключено транспортное средство;

- система высокого напряжения может оставаться под напряжением ещё 10 минут после выключения автомобиля;
  - не касайтесь, не режьте и не разрывайте оранжевые высоковольтные силовые кабели или другие высоковольтные компоненты;
  - на систему пассивной безопасности может подаваться питание еще 90 секунд после выключения автомобиля. Не разбирайте элементы системы пассивной безопасности.
- Таким образом, решением поставленной проблемы является разработка алгоритма действий пожарно-спасательных подразделений при тушении пожаров и проведении АСР с участием электротранспорта, а также отработка предлагаемого алгоритма на практике.

#### **Список источников**

1. В. П. Кочеулов, В. Е. Федосенко Использование электромобилей и электробусов на городском общественном транспорте больших городов - Москва: ГОСИНТИ, 1976. - 23 с. : ил.; 21 см. - (Обзоры по проблемам больших городов/ Гос. науч.- исслед. ин-т науч. и техн. информации; 36-76);
2. А.А. Мельник, М.А. Охотников, И.В. Клаптюк Анализ пожаров, связанных с возгоранием литий-ионных и литий-полимерных аккумуляторных батарей // Журнал «Проблемы управления рисками в техносфере», № 3 (63) – 2022, стр.39-47;
3. В.В. Колчин, А.В. Мироньчев, А.В. Долговидов Особенности пожаротушения тяговых литий-ионных аккумуляторов транспортных средств // Сборник Материалов II Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2021., стр.27-33;
4. В.Г. Плотников, И.Д. Чешко, С.А. Кондратьев Пожарная опасность литий-ионных аккумуляторов и низковольтных источников питания на их основе // Сборник статей. Том Выпуск 4. Под редакцией С.В. Шарапова, И.Д. Чешко. Санкт-Петербург, 2014, стр.53-58;
5. О.Н. Дидманидзе, А. В. Фетисов, А. В. Строганов Срок службы аккумуляторных батарей электромобилей // «Международный научный журнал» №2, 2011, стр.118-120;
6. Н.Ю. Пивоваров, В.В. Зыков, А.Н. Гладких, А.Н. Петухов Особенности действий подразделений пожарной охраны при тушении пожаров автомобилей с электродвигателем // Научно-аналитический журнал «Сибирский пожарно-спасательный вестник» № 2 (25) – 2022, стр. 157-165.

## ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ЭЛЕКТРОМОБИЛЯХ

Фирсов А.Г. Загуменнова М.В., Малёмина Е.Н.  
ВНИИПО МЧС России

**Аннотация.** В данной статье рассмотрена существующая классификация электромобилей. При этом особое внимание уделено пожарной опасности литий-ионных батарей. Приведен обзор результатов зарубежных научных исследований, посвященных пожарной опасности различных видов электромобилей. Рассмотрены опасные факторы пожаров, возникающие при тушении электромобилей. Обозначены перспективы развития электромобилей в России и дальнейшие пути научно-технического исследования по обеспечению пожарной безопасности, подготовке и техническому оснащению оперативных подразделений пожарной охраны к тушению пожаров на электромобилях.

**Ключевые слова:** классификация электромобилей, пожарная опасность, литий-ионный аккумулятор, тушение пожаров, способы тушения.

## FIRE DANGER AND FEATURES OF EXTINGUISHING FIRES ON ELECTRIC VEHICLES

*Firsov A.G., Zagumennova M.V., Malemina Ye.N.  
All-Russian Research Institute for Fire Protection of EMERCOM of Russia*

**Annotation.** This article discusses the existing classification of electric vehicles. At the same time, special attention is paid to the fire hazard of lithium-ion batteries. An overview of the results of foreign scientific studies on the fire hazard of various types of electric vehicles is given. The dangerous factors of fires arising during the extinguishing of electric vehicles are considered. The prospects for the development of electric vehicles in Russia and further ways of scientific and technical research to ensure fire safety, training and technical equipment of operational units of the fire department for extinguishing fires on electric vehicles are outlined.

**Keywords:** classification of electric vehicles, fire hazard, lithium-ion battery, fire extinguishing, extinguishing methods.

## ОПАСНОСТ ОД ПОЖАРА И КАРАКТЕРИСТИКЕ ГАШЕЊА ПОЖАРА НА ЕЛЕКТРИЧНИМ ВОЗИЛИМА

*Фирсов А.Г. Загуменнова М.В., Малемина Е.Н.  
Сверуски истраживачки институт за противпожарну одбрану Министарства за ванредне  
ситуације Русије*

**Апстракт.** Овај чланак говори о постојећој класификацији електричних возила. У овом случају, посебна пажња се посвећује опасности од пожара на литијум-јонских батеријама. Дат је преглед резултата иностраних научних истраживања о опасности од пожара различитих врста електричних возила. Разматрају се опасни фактори пожара који настају при гашењу електричних возила. Изнети су изгледи за развој електричних возила у Русији и даљи начини научних и техничких истраживања како би се обезбедила безбедност од пожара, обука и техничка опремљеност оперативних ватрогасних јединица за гашење пожара на електричним возилима.

**Ключне речи:** класификација електричних возила, опасност од пожара, литијум-јонска батерија, гашење пожара, методе гашења.

По роду своей деятельности пожарная охрана постоянно сталкивается с теми или иными результатами научно-технического прогресса. С одной стороны, это могут быть вполне положительные аспекты его развития, связанные, например, с появлением более эффективных и современных средств борьбы с пожарами, а с др. стороны – неординарные вызовы для службы пожаротушения. Одним из таких новых векторов в деятельности оперативных подразделений пожарной охраны является тушение электромобилей.

Электромобили подразделяются на следующие виды: электрические, гибридные и водородные. Электрические автомобили (BEV) работают за счет энергии топливных батарей и электрического двигателя. В гибридных автомобилях (HEV) электрический и бензиновый двигатели объединены в единую систему, от которой питается электромотор и аккумулятор транспортного средства. Принцип действия водородных автомобилей (FCEV) основан на преобразовании энергии водорода и кислорода в электричество. По сути, водородный автомобиль – это тот же гибридный электромобиль, потому что в качестве топлива используется сжиженный водород. В свою очередь, гибридные электромобили делятся на следующие типы: параллельные (предусмотрена возможность подзарядки) и последовательные (зарядка от внешней электрической сети), а также последовательно-параллельные. Сегодня гибридные электромобили в силу их экономичности и лучшей оптимизации по дальности поездки являются наиболее популярными и соответственно более массовыми. Электромобили выпускаются во всех сегментах от класса А до класса F. Отдельными классами являются S (спорткар, купе и кабриолет), M (минивен и универсал с увеличенным салонным пространством) и J (внедорожник и кроссовер) [1].

Основная пожарная опасность электромобилей определяется наличием в них аккумуляторной литий-ионной батареи. Внутри электрической батареи между ее полюсами содержится жидкий электролит, который при взаимодействии с кислородом воздуха может самовоспламениться. Для стабильной работы электрической батареи используется специальная система защиты от перегрева и система аварийного отключения подачи электрической энергии в случае ее повреждения при дорожно-транспортном происшествии. Аккумуляторные ячейки помещены в ударопрочный корпус и дополнительно защищены от внешних воздействий металлическими конструктивными элементами в днище автомобиля.

Наиболее опасными в пожарном отношении являются гибридные электромобили, которые помимо аккумуляторной литий-ионной батареи оснащены традиционной системой питания и двигателем внутреннего сгорания [2]. На рисунке приведена конструктивная схема расположения основных электротехнических и топливных элементов гибридного электромобиля.

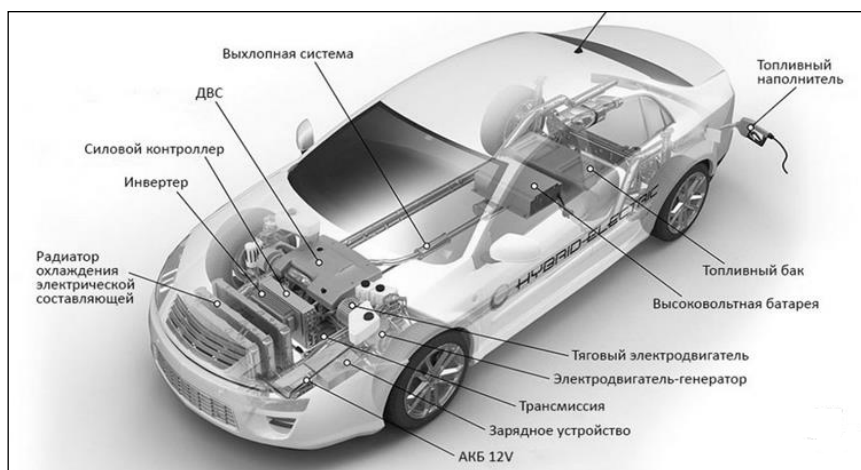


Рис. – Конструктивная схема расположения основных электротехнических и топливных элементов гибридного электромобиля

Таким образом, помимо имеющейся потенциальной опасности от аккумуляторной литий-ионной батареи добавляется еще пожарная нагрузка в виде легковоспламеняющегося топлива. Это подтверждается рядом зарубежных научных исследований. Так, например, в австралийской компании FireSafe на основании международной официальной статистики за 2010-2023 гг. пришли к выводу, что риск возникновения пожара на автомобилях с традиционным топливом (бензин, дизельное топливо) в 80 выше, чем у электромобилей [3]. Исследования американской страховой компании Autoinsurancееz показали, что количество пожаров на электромобилях составляет 25 ед. в расчете на 100 тыс. электромобилей. Для автомобилей с двигателями внутреннего сгорания количество пожаров в расчете на 100 тыс. автомобилей составляет уже 1,5 тыс. ед. в год. Однако, по их мнению, самыми опасными являются гибридные автомобили, у которых в расчете на 100 тыс. автомобилей ежегодно регистрируется около 3,5 тыс. пожаров [4]. В Швеции за период 2018-2022 гг. зарегистрировано 29 пожаров на электромобилях и 52 пожара на гибридных автомобилях. Учитывая, что в Швеции ежегодно регистрируется около 3,4 тыс. пожаров на всех автомобилях, количество пожаров на электромобилях составляет всего 0,4%, а количество пожаров на гибридных автомобилях – 1,9% от общего количества пожаров на автомобилях [4]. Специалисты компании Tesla, опираясь на эксплуатационные характеристики электромобилей, определили, что в расчете на 1 млрд. миль регистрируется около 5 пожаров на электрокарах. В данном тесте приняло участие 300 тыс. автомобилей компании, которые в суммарном отношении преодолели 7,5 млрд. миль [5]. Таким образом, результаты различных исследований и тестов в целом подтверждают, что электромобили в пожарном отношении безопаснее своих гибридных «собратьев» и обычных автомобилей с двигателями внутреннего сгорания, но при условии соблюдения необходимых технических требований при их изготовлении и правил эксплуатации, обеспечивающих необходимую пожарную безопасность людей.

Инженеры и конструкторы не просто так осуществляют усиленную защиту электромобилей от возможных деструктивных факторов. При нарушении целостности защитного корпуса литий-ионного аккумулятора или его перегреве может произойти самовоспламенение находящегося в нем электролита. Причем температура пламени пожара в этом случае может достигать порядка  $2\ 700^{\circ}\text{C}$ . Для сравнения температура пожара в автомобилях с двигателями внутреннего сгорания, как правило, не превышает  $815^{\circ}\text{C}$  [4, 6]. К тому же при горении литий-ионной аккумуляторной батареи интенсивно выделяются ядовитые газы.

Наличие достаточно мощных (до 100 кВт) аккумуляторных батарей в электромобилях обладающих удельной энергоемкостью до  $270\ \text{Вт}\cdot\text{ч}$  требует определенной защиты пожарных от поражения электрическим током. По прогнозам ученых емкость аккумуляторных батарей в ближайшие годы увеличится до  $1,9\ \text{ТВт}\cdot\text{ч}$ . Следует отметить, что по прогнозам в России уже к 2030 г. резко возрастет спрос на аккумуляторы для электромобилей емкостью  $16\ \text{ГВт}\cdot\text{ч}$  [7].

Тушение пожаров на электромобилях, как правило, сопряжено с большими сложностями. Для их тушения требуется большое количество воды, подача которой должна осуществляться непрерывно в течение достаточно длительного времени. Это связано в первую очередь с необходимостью охлаждения самой аккумуляторной батареи. По рекомендациям производителей электромобилей для их тушения необходимо более 100 тыс. л. воды [4]. Учитывая, что только в одном электромобиле Tesla размещено около 7 000 литий-ионных аккумуляторов компания рекомендует для исключения повторного загорания ставить электромобиль на «карантин» (размещать на отдельной обособленной от др. автомобилей парковочной площадке) до 48 ч. При этом должен осуществляться постоянный контроль состояния аккумуляторной батареи [8].

Тем не менее, мировое научное сообщество продолжает исследования по изучению пожарной опасности электромобилей и разработке новых оптимизированных методов их тушения. Например, в Дании загоревшийся электромобиль погружают в специальный контейнер с водой на 24 ч [5]. Др. разработка ученых связана с подачей огнетушащего

средства непосредственно в корпус литий-ионной батареи через отверстие, которое пробивается специальным устройством через днище электромобиля. Одним из вариантов эффективного охлаждения аккумуляторной батареи и температурного контроля, по мнению ученых, является использование вместо воздушного охлаждения интеллектуальной системы терморегулирования встроенной непосредственно в защитный корпус батареи [4].

В целом ученые и специалисты сходятся в одном – для тушения подобных пожаров необходимо создавать хорошо подготовленные (обученные) для этой цели пожарные подразделения, оснащенные специальной пожарной техникой и оборудованием, предназначенным для тушения электромобилей. Дополнительно к этому они должны быть экипированы в специальную боевую одежду и снаряжение, выдерживающее высокую температуру и защищающее личный состав подразделений как от поражения электрическим током, так и от токсичных газов, выделяющихся при горении.

Стратегия развития электрического автомобильного транспорта в нашей стране определена соответствующим решением Правительства Российской Федерации [9]. В настоящее время в России насчитывается всего порядка нескольких десятков тысяч электромобилей. Самым массовым электротранспортом сегодня являются электрические самокаты. Их функционал основан на том же литий-ионном аккумуляторе, но конструктивно защищенным значительно хуже, чем в электромобилях. Поэтому ожидается, что количество пожаров от электросамокатов с каждым годом поступательно растет. В ближайшие 5-6 лет количество электромобилей и др. электрических мобильных транспортных средств увеличится в разы, а значит, и количество пожаров и их последствий.

Учитывая международный научный опыт в обеспечении пожарной безопасности электромобилей, по мнению авторов целесообразно принять соответствующую целевую федеральную программу, направленную на углубленное и системное изучение пожарной опасности всех видов электромобилей и др. электрических мобильных средств передвижения. Данное исследование должно проводиться ФГБУ ВНИИПО МЧС России при участии АГПС МЧС России обладающими хорошей экспериментальной, научной и технической базой. В результате исследований должны быть разработаны в полном объеме: обязательные требования пожарной безопасности к электромобилям, которые обеспечат необходимую защиту людей; новые эффективные средства тушения пожаров; тактические методы тушения пожаров на электромобилях; рекомендации по подготовке личного состава оперативных подразделений по тушению данных пожаров, а также средства защиты личного состава подразделений пожарной охраны от воздействия опасных факторов пожара. Полученные в процессе исследований результаты должны найти свое отражение в нормативных правовых документах, регулирующих вопросы обеспечения пожарной безопасности электромобилей.

#### **Список источников**

1. Электронный ресурс. Классификация электромобилей URL: <https://avilon-electro.ru/articles/klassifikatsiya-elektromobiley/> (дата обращения 01.08.2024).
2. Электронный ресурс. Сайт Автору. Р. Сумцов. Горящие электрокары: почему случаются пожары и правда ли, что это происходит слишком часто. URL: [https://auto.ru/mag/article/pozhary-elektrokarov-pochemu-oni-zagorayutsya-i-pravda-li-eto-proishodit-tak-chasto/?utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com](https://auto.ru/mag/article/pozhary-elektrokarov-pochemu-oni-zagorayutsya-i-pravda-li-eto-proishodit-tak-chasto/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com) (дата обращения 05.08.2024).
3. Электронный ресурс. Сайт РБК. Насколько часто загораются электромобили: новое исследование. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/651fec809a79470a607d5e46> (дата обращения 05.08.2024).
4. Электронный ресурс. Сайт Quto. Правда ли, что электромобили взрываются. Пристальный взгляд на пожары EV. URL: <https://quto.ru/journal/articles/pravda-li-cto-elektromobili-vzryvayutsya.htm> (дата обращения 01.08.2024).
5. Электронный ресурс. Сайт AUTOCHARG URL: <https://avtocharge.ru/elektromobil-samyij-pozharoопасnyij-vid-transporta-tak-li-eto> (дата обращения 05.08.2024).

6. Мельник, А. А. Основные факторы, провоцирующие пожарную опасность литий-ионных аккумуляторов / А. А. Мельник, Ю. Н. Елисеев, А. В. Мокряк // Техносферная безопасность. – 2021. – № 2(31). – С. 113-116. – EDN OSVCKS.

7. Мельник А. А. Анализ пожаров, связанных с возгоранием литий-ионных и литий-полимерных аккумуляторных батарей / А. А. Мельник, М. А. Охотников, И. В. Клаптюк // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2022. – № 3(63). – С. 39-47. – EDN PUWGMD.

8. Электронный ресурс. Сайт POSTNEWS URL: <https://postnews.ru/a/8209> (дата обращения 05.08.2024).

9. Официальный интернет-портал правовой информации. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23 августа 2021 г. № 2290-р (ред. от 29.10.2022) «Об утверждении Концепции по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202108240015> (дата обращения 05.08.2024).

## К ВОПРОСУ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ОПОВЕЩЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОМ ПРОИСШЕСТВИИ С ЭЛЕКТРОМОБИЛЕМ

*Леонова А.Н.*  
*ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)*

**Аннотация.** Статья рассматривает вопросы организации оповещения населения при дорожно-транспортном происшествии с электромобилем, с акцентом на минимизацию существующих рисков при возгорании данного типа автомобиля. В статье подчеркивается необходимость своевременного оповещения населения, находящегося в непосредственной близости от дорожно-транспортного происшествия с электромобилем. Анализируются существующие системы оповещения, как потенциальные инструменты минимизации рисков и обеспечения быстрого реагирования на чрезвычайные ситуации при дорожно-транспортном происшествии с электромобилем.

**Ключевые слова:** электромобиль, пожарная опасность, литий-ионные аккумуляторы, дорожно-транспортное происшествии с электромобилем, оповещение населения.

### ON THE ORGANIZATION OF PUBLIC NOTIFICATION IN CASE OF A TRAFFIC ACCIDENT WITH AN ELECTRIC VEHICLE

*Leonova A.N.*  
*VNII GOChS (FC)*

**Abstract.** The article addresses the organization of public notification in the event of a traffic accident with an electric vehicle, with a focus on minimizing existing risks during a fire involving this type of vehicle. The article emphasizes the need for timely notification of the population near a traffic accident involving an electric vehicle. Existing notification systems are analyzed as potential tools for risk minimization and ensuring rapid response to emergencies in case of a traffic accident with an electric vehicle.

**Keywords:** electric vehicle, fire hazard, lithium-ion batteries, traffic accident involving an electric vehicle, public notification.

### О ОРГАНИЗАЦИЈИ ОБАВЕШТАВАЊА СТАНОВНИШТВА ПРИЛИКОМ САОБРАЋАЈНЕ НЕСРЕЋЕ СА ЕЛЕКТРИЧНИМ ВОЗИЛОМ

*Леонова А.Н.*  
*Све-руски научно-истраживачки институт за проблеме цивилне заштите и ванредних ситуација МЧС Русије“*

**Апстракт.** Чланак разматра питања организације обавештавања становништва приликом саобраћајне несреће са електричним возилом, са нагласком на смањење постојећих ризика приликом пожара овог типа возила. У чланку се наглашава потреба правовременог обавештавања становништва које се налази у непосредној близини саобраћајне несреће са електричним возилом. Анализиране су постојеће системе обавештавања као потенцијални алати за смањење ризика и обезбеђивање брзе реакције на ванредне ситуације у случају саобраћајне несреће са електричним возилом.

**Ключевые слова:** электрическое транспортное средство, опасность пожара, литий-ионные аккумуляторы, безопасность при использовании электрического транспортного средства, безопасность при использовании электрического транспортного средства.

Аварии с электромобилями несут в себе определенные риски для окружающих, как и любые другие аварии на дорогах. Однако, особенности электромобилей могут создавать специфические опасности:

пожарную опасность представляют аккумуляторные батареи. В электромобилях используются литий-ионные аккумуляторы, которые при повреждении в аварии могут загореться. Пожары аккумуляторов могут быть очень интенсивными. Для их тушения должны использоваться специальные методы тушения, ибо обычные методы могут быть неэффективны. При пожаре в электромобиле существуют риски:

— отравления токсичными газами, выделяемыми из аккумулятора при утечке или при неправильном обращении;

— поражения электрическим током при повреждении электропроводки в процессе аварии.

Уменьшить перечисленные риски при дорожно-транспортном происшествии (ДТП) с электромобилем возможно путем своевременного оповещения и предоставления гражданам, находящимся в непосредственной близости от ДТП актуальной информации о необходимых действиях в данной обстановке, к которым относятся: экипажи автотранспортных средств, непосредственно находящихся или приближающихся к месту ДТП, а также пешеходы и/или жители населенного пункта (города, поселка и т.д.) в зоне возможного распространения токсичных веществ в случае аварии.

В настоящее время ряд радиостанций периодически передают сведения о пробках на дорогах вне зависимости от вида их возникновения (ремонтные работы, ДТП или иные причины). Участникам движения вне сомнения помогает навигатор, который анализирует дорожные условия, пробки, перекрытые дороги, предлагает самый оптимальный маршрут для достижения цели, но навигатор — это только инструмент, который оказывает помощь в дороге. В случае чрезвычайной ситуации с электромобилями необходимо оповещение как экстренных служб, так и населения. Своевременность оповещения позволит людям принять меры предосторожности, выбрать альтернативные маршруты, избежать заторов, получить необходимую помощь.

Для оповещения населения в случае ЧС на дорогах могут использоваться сети [1]:

— электронных сирен и/или мощных акустических систем городов и населенных пунктов;

— уличной радиодиффузии (при наличии);

— эфирного радиовещания;

— подвижной радиотелефонной (сотовой) связи;

— глобальная информационно-телекоммуникационная сеть «Интернет».

Предпочтительным является оповещение об авариях на автодорогах через сеть эфирных радиовещательных станций, которые играют важную роль в оповещении о ЧС. Это наиболее удобный способ получения информации водителями автомобилей. радиоприемники которых настроены на частоту радиостанции, передающих сводки о дорогах.

Для оповещения на дорогах могут использоваться SMS-рассылки, мобильные приложения, сети электронных сирен и/или мощных акустических систем городов и населенных пунктов, а также информационные табло, установленные на дорогах, в населенных пунктах.

МЧС России разработал и внедрил мобильное приложение «МЧС России», практика применения которого показала эффективность консолидации в одном техническом решении различных каналов доставки контента. Так, уполномоченный на задействование систем оповещения населения дежурный (дежурно-диспетчерский) персонал органов, осуществляющих управление гражданской обороной, органов повседневного управления единой государственной системой предупреждения и ликвидации чрезвычайных

ситуаций из панели администрирования мобильного приложения может осуществить отправку сообщения, содержащего экстренную информацию в виде push-сообщения, получателями которого являются только пользователи мобильного приложения «МЧС России», а также в виде сообщений в заранее определенных каналах в социальных сетях и мессенджерах. Для оповещения также могут использоваться специализированные сервисы: Яндекс, Сбер и другие.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 28.12.2020 № 2322 [2] определен порядок взаимодействия по оповещению и информированию населения о возникающих опасностях между федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления с операторами связи и редакциями средств массовой информации, оказывающими услуги на соответствующей территории в соответствии с заключенными договорами. Информация оповещения передается по заявкам, которые органы управления ГО и РСЧС соответствующего уровня передают операторам связи и в редакции средств массовой информации. Данный порядок взаимодействия по сути является ручным способом задействования сетей связи и вещания, не обеспечивает своевременность оповещения, особенно при таких краткосрочных ЧС, как аварии с участием электромобилей. Необходима автоматизированная система оповещения, архитектура которой позволяет обеспечить быструю и эффективную реакцию на ЧС, минимизировать риски для жизни и здоровья людей и обеспечить им необходимую информацию для действий в критических ситуациях.

Архитектура системы оповещения должна состоять из нескольких ключевых компонентов:

— датчиков определения местоположения, такие как GPS, Bluetooth, Wi-Fi и т.д., позволяющие определить точное местоположения людей в режиме реального времени;

— системы обработки данных, анализирующая данные от датчиков определения местоположения и определяющая потенциальные опасности, в том числе размер зоны оповещения и возможные способы (сети связи) оповещения (рассылка SMS и push-сообщений, оповещение с использованием сети эфирных радиовещательных станций).

Передаваемая информация оповещения должна содержать:

— дату и время события: время ДТП или закрытия дороги;

— место происшествия: указание участка дороги, номера трассы, населенного пункта;

— причину аварии: пожар, ДТП, выброс опасных токсичных веществ;

— последствия аварии: перекрытие движения, заторы, ограничения скорости, необходимость принятия мер от отравления опасными веществами;

— рекомендуемые действия: альтернативные маршруты, информация о пунктах помощи, контакты служб спасения.

Примеры текстов оповещения об аварии электромобиля:

«Движение на трассе М5 ограничено из-за ДТП с участием электромобиля. Возможны заторы. Рекомендуется выбрать альтернативный маршрут. Используйте объезд через дорогу \_\_\_\_\_»;

«Просим жителей деревни \_\_\_\_\_ оставаться дома из-за ДТП с выбросом веществ, опасных для здоровья. О дальнейших действиях Вам сообщат после ликвидации аварии».

Важными аспектами оповещения на дорогах являются:

— своевременность. Оповещение должно быть максимально оперативным, чтобы люди смогли принять решение до начала негативных последствий;

— достоверность. Передаваемая информация должна быть подтвержденной официальными источниками, текст сообщения должен быть кратким, понятным и доступным для населения с типа аварии и потенциальных последствий.

Оповещение населения при авариях на автодорогах является одним из инструментов обеспечения безопасности и минимизации негативных последствий ДТП. Важно, чтобы информация была достоверной, своевременной и доступной для участников движения, и пешеходов в районе аварии с участием электромобиля. Вместе тем, фокусироваться на отдельной статистике ЧС от электромобилей не следует, так как необходимо уделять

внимание общему уровню безопасности на дорогах и повышению безопасности всех видов транспорта.

#### **Список источников**

1. Положение о системах оповещения населения, утв. совместным приказом МЧС России, Минцифры России от 31.07.2020 № 578/365 «Об утверждении Положения о системах оповещения населения» [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://mchs.gov.ru>. Дата обращения 17.07.2024.

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 28.12.2020 № 2322 «О порядке взаимодействия федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления с операторами связи и редакциями средств массовой информации в целях оповещения населения о возникающих опасностях» [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://mchs.gov.ru>. Дата обращения 17.07.2024.

## ЭЛЕКТРОМОБИЛИ: ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ

*Матюшин Ю.А., Фирсов А.Г., Загуменнова М.В., Гончаренко В.С.  
ВНИИПО МЧС России*

**Аннотация.** Авторами приведены основные виды электрических транспортных средств, получивших широкое распространение в мире. Рассмотрена их пожарная опасность. Осуществлен анализ отечественной и зарубежной статистики пожаров на электромобилях. Рассмотрена в обобщенном виде классификация причин пожаров электромобилей, предлагаемая зарубежными и отечественными исследователями. На основе проведенных исследований авторами предложена оптимальная структура возможных причин пожаров электромобилей.

**Ключевые слова:** электромобиль, пожар, статистика пожаров, причина возникновения пожара, источник пожара, пожарная опасность.

## ELECTRIC CARS: CAUSES OF FIRES

*Matyushin Yu.A., Firsov A.G., Zagumennova M.V., Goncharenko V.S.  
All-Russian Research Institute for Fire Protection of EMERCOM of Russia*

**Annotation.** The authors present the main types of electric vehicles that have become widespread in the world. Their fire hazard is considered. The analysis of domestic and foreign statistics of fires on electric cars is carried out. The classification of the causes of electric vehicle fires, proposed by foreign and domestic researchers, is considered in a generalized form. Based on the research, the authors proposed an optimal structure of possible causes of electric vehicle fires.

**Keywords:** electric car, fire, fire statistics, cause of fire, source of fire, fire danger.

## ЕЛЕКТРИЧНА ВОЗИЛА: УЗРОЦИ ПОЖАРА

*Матјушин Ју.А., Фирсов А.Г., Загуменнова М.В., Гончаренко В.С.  
Сверуски истраживачки институт за противпожарну одбрану Министарства за ванредне ситуације Русије*

**Апстракт.** Аутори представљају главне врсте електричних возила које су распрострањене у свету. Разматра се њихова опасност од пожара. Извршена је анализа домаће и иностране статистике о пожарима на електричним возилима. Класификација узрока пожара електричних возила коју предлажу страни и домаћи истраживачи разматрана је у генерализованом облику. На основу спроведеног истраживања, аутори су предложили оптималну структуру могућих узрока пожара електричних возила.

**Кључне речи:** електрично возило, пожар, статистика пожара, узрок пожара, извор пожара, опасност од пожара.

Современо развито друштво неизбежно повезано са научно-техничким прогресом, обезбечавајућим поступачно померање у страну аутоматизације, компјутеризације и савршенства постојећих техничких средстава и уређаја. Појављивање нових врста акумулатора (литий-ионне батерије), поседујућих великом капацитету (до 100 кВт) и кратком року службе (до 10 година), довело је до бурног развитка не само традиционалних

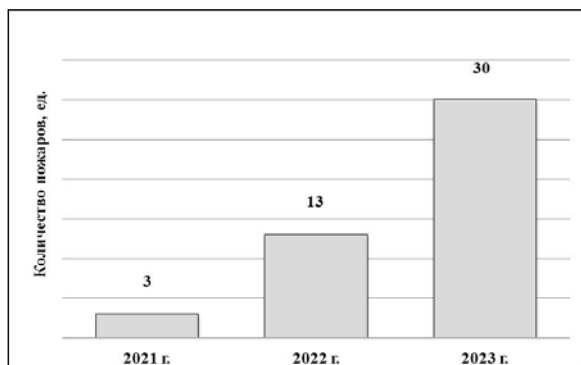
транспортных средств, но и к созданию конструктивно новых устройств. Широкое распространение во всем мире получили такие виды электрических транспортных средств как электросамокат, электрокар, электроцикл, электророллер, электровелосипед, сегвей и др. Учитывая, что сам по себе автомобиль является технически сложным и потенциально опасным транспортным средством, его эволюционное развитие в направлении электрификации осуществлялось более медленными темпами, что было обусловлено необходимостью обеспечения соответствующего уровня безопасности людей. Это в полной мере касается и вопросов обеспечения пожарной безопасности автомобилей на электрической тяге (далее – электромобиль).

В Правилах дорожного движения Российской Федерации *«под электромобилем понимается транспортное средство, приводимое в движение исключительно электрическим двигателем и заряжаемое с помощью внешнего источника электроэнергии»* [1]. Электромобили по своему принципу действия делятся на следующие виды: электрические, гибридные и водородные. Электрические автомобили работают исключительно за счет энергии топливных батарей и электрического двигателя. Гибридные автомобили наряду с двигателем внутреннего сгорания оборудованы электродвигателем и топливной батареей, которая заряжается автоматически при осуществлении движения транспортного средства. Движение водородных электромобилей основано на преобразовании энергии взаимодействия водорода с кислородом воздуха в электричество и водяной пар. Все перечисленные виды электромобилей объединяет наличие в них литий-ионных аккумуляторов и соответственно, пожарная опасность данных транспортных средств, связана с пожароопасными свойствами самих топливных ячеек.

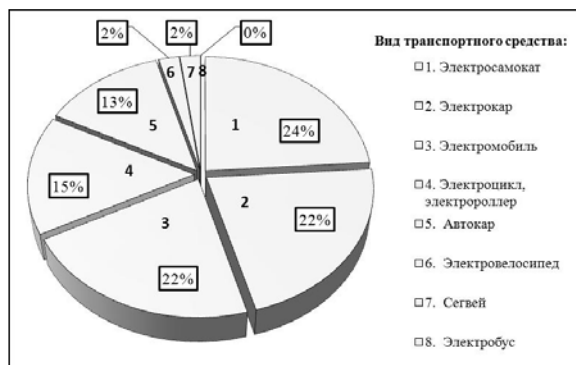
По данным международной статистики в 2021 г. эксплуатировалось более 16,5 млн. ед. электромобилей различных марок и видов. По сравнению с 2020 г. количество продаваемых электромобилей увеличилось в два раза и составило 6,6 млн. ед. По мнению аналитиков, их продажи будут постоянно увеличиваться. Это связано с одной стороны с экономической политикой западного сообщества, взявшего курс на развитие зеленой энергетики и снижение углеродного следа, а с другой стороны на снижение ресурсной зависимости от ископаемого сырья. По расчетам ученых, к 2025 г. количество электромобилей в долевого соотношении должно составить 10% от общего объема автотранспортных средств, а уже к 2040 г. их количество будет не менее 58% [2].

Учитывая мировой вектор в развитии электромобилей, в 2021 г. в нашей стране была принята соответствующая Концепция по развитию производства и использованию электромобилей в Российской Федерации на период до 2030 г. [3]. Согласно данной концепции, к 2030 г. планируется довести количество электромобилей до 15% от общего объема автотранспортных средств, а при ускоренных темпах развития экономики – до 30%. Поэтому проблемы, связанные с обеспечением пожарной безопасности электромобилей и других электрических средств индивидуальной мобильности, уже в ближайшие годы станут актуальными и на территории России.

Анализ пожаров и их последствий на различных электрических транспортных средствах на территории Российской Федерации за 2021-2023 гг. показал следующее. За рассматриваемый временной период количество пожаров с 3 ед. в 2021 г. увеличилось до 30 ед. в 2023 г. (рост абсолютных значений за три года в 10 раз). Динамика количества пожаров на электрических транспортных средствах приведена на рисунке. Однако это не полная статистика пожаров.



а) динамика количества пожаров (ед.)



б) долевое распределение количества пожаров (%)

Рис. – Распределение количества пожаров на электрическом транспорте на территории Российской Федерации за 2021-2023 гг. по годам (а) и по видам транспортных средств (б)

В соответствии с Порядком учета пожаров и их последствий в Российской Федерации [4] пожары на автотранспортных средствах, являющихся участниками дорожного движения, квалифицируются как дорожно-транспортные происшествия (далее – ДТП) и в официальный статистический учет как пожары не берутся.

Если посмотреть долевое соотношение пожаров на электрических транспортных средствах, приведенное на рисунке 1б, то наибольшее количество пожаров – 24% регистрируется на электросамокатах. По 22% пожаров приходится на электромобили и электрокары. Таким образом, сформировались три группы с примерно одинаковым количеством зарегистрированных на них пожаров. В общей сложности на них приходится более 68% всех пожаров, зарегистрированных на электрическом транспорте. Далее идет группа, объединяющая в себе электроциклы и электроролеры (15%). С автокарами связано около 13% пожаров. На электровелосипеды и сегвеи приходится по 2% пожаров. Пожаров на электробусах не зарегистрировано. Учитывая описанные выше тенденции, можно предположить, что количество пожаров на электрических транспортных средствах будет увеличиваться, а доля пожаров на электромобилях со временем будет превалировать над остальными транспортными средствами.

По данным зарубежных исследований, в среднем около 25% пожаров на электромобилях фиксируется на подземных парковках автомобилей, 31% на открытых парковках, 29% во время движения транспортного средства и у 15% пожаров локализация места возникновения пожара не определена [5]. Исследования специалистов Пекинского технологического института, посвященные изучению пожарной опасности электромобилей, показали, что 38,5% пожаров регистрируются на электромобилях, находящихся в состоянии покоя (не в движении) и 27,5% при осуществлении зарядки литий-ионных аккумуляторов. Похожие результаты получены австралийской компанией FireSafe при исследовании пожарной опасности топливных элементов электромобилей. По их данным количество пожаров при вождении электромобиля составляет 32%, а при зарядке – 18% [6].

На основе многочисленных зарубежных исследований можно сформулировать следующие основные возможные причины пожаров электромобилей:

- высокая температура воздуха внешней среды (50<sup>0</sup>С и более);
- низкая температура воздуха внешней среды при осуществлении процесса зарядки;
- использование при зарядке электромобиля неисправного (несертифицированного) оборудования;
- перегрузка электрического кабеля зарядного устройства;
- механическое повреждение литий-ионного аккумулятора в результате ДТП;
- повторное загорание литий-ионного аккумулятора после тушения пожара;
- короткое замыкание электрических цепей топливных элементов;
- неквалифицированный ремонт и техническое обслуживание электромобилей;

умышленное уничтожение транспортного средства (поджог).

Аналогичные исследования по изучению причин возникновения пожаров электромобилей проводятся и в России. Так, авторы статьи [7] предлагают осуществлять классификацию возможных причин пожаров от литий-ионных аккумуляторов по следующим группам (факторам): физический фактор (деформация батареи вследствие ДТП, объемное расширение электродных материалов и генерация напряжений внутри самой батареи); электрический фактор (короткое замыкание, перезаряд и чрезмерный разряд батареи); тепловой фактор (перегрев батареи, термический сбой); производственный фактор (старение топливных элементов, дефект изготовления или ремонта, загрязнение элементов батареи и несовершенство конструкции). Другие исследователи предлагают перечисленные выше причины пожаров электромобилей для удобства разделить на две категории: самовозгорание и ДТП [8].

Исходя из многолетнего опыта ведения статистических баз данных по пожарам и анализа приведенной выше статистической информации о пожарах на электромобилях основными причинами пожаров, по мнению авторов статьи, являются:

- умышленное уничтожение транспортного средства (поджог);
- неосторожное обращение с огнем;
- нарушение правил устройства и эксплуатации (далее НПУиЭ) транспортного средства; НПУиЭ систем, узлов, механизмов транспортного средства;
- нарушение правил пожарной безопасности (далее НППБ) при эксплуатации транспортного средства;
- НПУиЭ электрооборудования транспортного средства;
- НППБ при эксплуатации электрооборудования транспортного средства;
- причина пожара не установлена.

Причины пожаров, связанные с НПУиЭ могут включать в себя: недостаток изготовления транспортного средства (в т.ч. и электрооборудования); нарушение правил монтажа систем, узлов, механизмов (в т.ч. электрооборудования) транспортного средства; нарушение правил технической эксплуатации (в т.ч. электрооборудования) транспортного средства; аварийный режим работы электрического оборудования вследствие короткого замыкания.

Таким образом, основным источником пожаров электрических транспортных средств являются различные компоненты электрооборудования и механизмов данных транспортных средств, а также НППБ и НПУиЭ электромобилей. Предложенная классификация причин пожара на электромобиле полностью перекрывает возможные причины пожаров и хорошо вписывается в существующую концепцию причин пожаров, используемую на территории Российской Федерации [4].

### Список литературы

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 23 октября 1993 г. № 1090 (ред. от 02.06.2023) «О Правилах дорожного движения» (вместе с «Основными положениями по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения»). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_2709/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2709/) (дата обращения 05.08.2024).
2. Мельник, А. А. Анализ пожаров, связанных с возгоранием литий-ионных и литий-полимерных аккумуляторных батарей / А. А. Мельник, М. А. Охотников, И. В. Клаптюк // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2022. – № 3(63). – С. 39-47. – EDN PUWGMD.
3. Официальный интернет-портал правовой информации. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23 августа 2021 г. № 2290-р (ред. от 29.10.2022) «Об утверждении Концепции по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202108240015> (дата обращения 05.08.2024).

4. Об утверждении Порядка учета пожаров и их последствий: приказ МЧС России от 21 ноября 2008 г. № 714. - URL: <https://base.garant.ru/194531/> (дата обращения: 20 июня 2024 г.).
5. Электронный ресурс. Сайт РБК. Насколько часто загораются электромобили: новое исследование. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/651fec809a79470a607d5e46> (дата обращения 05.08.2024).
6. Электронный ресурс. Сайт Автору. Р. Сумцов. Горящие электрокары: почему случаются пожары и правда ли, что это происходит слишком часто. URL: [https://auto.ru/mag/article/pozhary-elektrokarov-pochemu-oni-zagorayutsya-i-pravda-li-eto-proishodit-tak-chasto/?utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com](https://auto.ru/mag/article/pozhary-elektrokarov-pochemu-oni-zagorayutsya-i-pravda-li-eto-proishodit-tak-chasto/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com) (дата обращения 05.08.2024).
7. Мельник, А. А. Основные факторы, провоцирующие пожарную опасность литий-ионных аккумуляторов / А. А. Мельник, Ю. Н. Елисеев, А. В. Мокряк // Техносферная безопасность. – 2021. – № 2(31). – С. 113-116. – EDN OSVCKS.
8. Алешков М.В., Иоценко Д.А., Ольховский И.А. Пожары различных видов электроустановок и способы их тушения // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2020. Т. 29. № 5. С. 51–59. DOI: 10.22227/PVB.2020.29.05.51-59.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РЕАГИРОВАНИЮ НА ДТП С ЭЛЕКТРОМОБИЛЯМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАИС ЭРА-ГЛОНАСС И СИСТЕМЫ-112

*Москвина Н.В.*  
*ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)*

**Аннотация.** Проблемой электрокаров является опасность возгорания аккумуляторных батарей в случае их повреждения, когда происходит короткое замыкание и выделяемого тепла становится больше, чем аккумулятор может рассеять. Риск возникновения пожара у электротранспорта велик, а бороться с этими пожарами сложно, поскольку пожарным часто приходится опорожнять две или три автоцистерны, прежде чем аккумулятор остынет достаточно, чтобы его можно было потушить. С учетом пожароопасности электромобилей и других средств транспорта на электрическом приводе необходима выработка новых подходов к реагированию на дорожно-транспортные происшествия с участием электромобилей. В статье рассмотрены вопросы использования ГАИС ЭРА-ГЛОНАСС и системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» для обеспечения необходимой информацией экстренных оперативных служб о происшествиях с электротранспортом. Для этого предлагается изучить практический опыт по организации реагирования на ДТП с участием транспорта с силовым электроприводом, провести оценку необходимых доработок в специальном программном обеспечении и внести необходимые изменения в нормативные документы, регулирующие вопросы отражения в Системе-112 и ГАИС «ЭРА-ГЛОНАСС» информации об электрических транспортных средствах в зависимости от их пожароопасности.

**Ключевые слова:** электротранспорт, пожароопасность, ГАИС ЭРА-ГЛОНАСС, система-112

## METHODOLOGICAL APPROACHES TO RESPONDING TO TRAFFIC ACCIDENTS INVOLVING ELECTRIC VEHICLES USING ERA-GLONASS AND SYSTEM-112

*Moskvina N.V.*  
*VNII GOChS (FC)*

**Abstract.** A significant issue with electric vehicles is the risk of battery fires if they are damaged, leading to short circuits and heat generation that exceeds the battery's capacity to dissipate. The risk of fire in electric transport is high, and combating these fires is challenging as firefighters often have to empty two or three fire trucks before the battery cools sufficiently to be extinguished. Given the fire hazard of electric vehicles and other electric-powered transport, there is a need to develop new approaches for responding to traffic accidents involving electric vehicles. This paper discusses the use of ERA-GLONASS and the emergency services call system "112" to provide essential information to emergency response services about incidents involving electric transport. It is suggested to study practical experience in organizing responses to accidents involving electric-powered vehicles, assess necessary improvements in specialized software, and make required changes to regulatory documents governing the reflection of information about electric vehicles in System-112 and ERA-GLONASS based on their fire hazard.

**Keywords:** electric transport, fire hazard, ERA-GLONASS, System-112.

## МЕТОДОЛОШКИ ПРИСТУПИ РЕАГОВАЊУ НА САОБРАЋАЈНЕ НЕСРЕЋЕ СА ЕЛЕКТРИЧНИМ ВОЗИЛИМА КОРИСТЕЊИ ERA-GLONASS И СИСТЕМ-112

*Москвина Н.В.*

*Све-руски научно-истраживачки институт за проблеме цивилне заштите и ванредних ситуација МЧС Русије (Савезни центар за науку и високе технологије)*

**Апстракт:** Проблеми са електричним возилима укључују ризик од паљења батерија у случају оштећења, што може довести до кратког споја и генерисања топлоте која прелази капацитет батерије да је распрши. Ризик од пожара код електричних возила је висок, а борба са овим пожарима је тешка јер ватрогасцима често треба да испразне два или три ватрогасна возила пре него што батерија довољно охлади да би се могла угасити. С обзиром на опасност од пожара код електричних возила и других средстава транспорта са електричним погоном, неопходно је развити нове приступе реаговању на саобраћајне несреће са електричним возилима. У чланку се разматра употреба ERA-GLONASS и система позивања хитних служби „112“ за пружање неопходних информација хитним службама о инцидентима са електричним транспортом. Предлаже се проучавање практичног искуства у организовању реакције на несреће са возилима са електричним погоном, оцена потребних побољшања у специјализованом софтверу и измене у прописима који регулишу питања одраза информација о електричним возилима у Систем-112 и ERA-GLONASS на основу њихове опасности од пожара.

**Кључне речи:** електрични транспорт, опасност од пожара, ERA-GLONASS, Систем-112.

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 23.08.2021 № 2290-р [1] в России утверждена концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта на период до 2030 года. К 2030 году доля электротранспортных средств в Российской Федерации будет составлять 15% от общего объема рынка автотранспорта. К сожалению электротранспорт, также как и другие средства транспорта иногда попадает в аварии. Особой проблемой электрокаров является опасность возгорания аккумуляторных батарей в случае их повреждения, когда происходит короткое замыкание и выделяемого тепла становится больше, чем аккумулятор может рассеять. Согласно данным EV FireSafe (компания собирает данные о возгораниях электромобилей по всему миру) [2] с 2010 года по 30 июня 2024 года известно о 511 случаях возгорания батарей пассажирских автомобилей при том, что в эксплуатации находится около 40 миллионов. Не смотря на низкую частоту возгораний по сравнению с бензиновыми двигателями, пожар литий-ионных аккумуляторов потушить намного сложнее [3]. Более того, сегодня в городах присутствуют не только пассажирские электромобили, но и электробусы, электрогрузовики, а также всевозможные гибриды («Мелкие» источники проблем в виде электросамокатов и электровелосипедов можно даже не упоминать). Как минимум различают следующие виды электромобилей: гибридные электромобили, сочетающие двигатель внутреннего сгорания и электродвигатель, и полностью электрические автомобили с питанием от аккумуляторной батареи. Гибриды в свою очередь делятся на последовательные, параллельные и последовательно-параллельные. Не вдаваясь в технические особенности каждого из типов приводов, следует отметить, что они обладают разной вероятностью воспламенения. Риск возникновения пожара у гибридных автомобилей составляет 3,5% по сравнению с 1,5% для бензиновых и 0,025% для электромобилей [4]. Наличие бензинового двигателя рядом с мощной электрической системой и аккумулятором, по-видимому, является причиной большинства проблем, поскольку у гибридов под капотом выделяется много тепловой энергии. Проблема возгораний электрических или гибридных транспортных средств заключается не столько в их количестве, сколько в их интенсивности. Это связано с тем, что химический состав, используемый в аккумуляторах, подвержен так называемому тепловому разгону, который происходит, когда поврежденный аккумулятор нагревается настолько, что может

самовоспламениться. Температура, возникающая в результате возгораний такого типа, часто бывает достаточно высокой, чтобы расплавить асфальт под автомобилем.

Бороться с этими пожарами также сложно, поскольку пожарным часто приходится опорожнять две или три автоцистерны, прежде чем аккумулятор остынет достаточно, чтобы его можно было потушить. Чтобы добавить еще один уровень сложности для огнеборцев, литиевые аккумуляторы имеют тенденцию воспламеняться самостоятельно через несколько часов после того, как пожар был потушен. Или еще хуже, они способны к самовозгоранию уже после ДТП, даже если пожара изначально не было, при транспортировке электротранспорта с места происшествия.

С учетом пожароопасности электромобилей и других средств транспорта на электрическом приводе необходима выработка новых подходов к реагированию на дорожно-транспортные происшествия (ДТП) с участием электромобилей. Оставляя «за скобками» непосредственно вопросы тушения тяговых аккумуляторных батарей в электротранспорте различных типов, обратимся к существующей системе вызова экстренных оперативных служб на место ДТП, которая должна как минимум обеспечить необходимой информацией экстренные оперативные службы.

Информация о ДТП поступает в систему обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» (Система-112) чаще всего через голосовой вызов (технически может быть короткое сообщение – SMS). При поступлении вызова оператор Системы-112 заполняет унифицированную карточку информационного обмена, утвержденную постановлением Правительства Российской Федерации от 12.11.2021 № 1931 [5]. Помимо отражения характера ДТП (наезд на препятствие, столкновение нескольких ТС и т.п.) в УКИО предусмотрена возможность указать наличие пострадавших и особенно зажатых в поврежденных транспортных средствах, что позволяет выезжающим экстренным оперативным службам заранее предусмотреть наличие соответствующих инструментов. Вместе с тем, полей, указывающих на участие в ДТП электромобиля не предусмотрено.

Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 03.10.2023 № 1633 [6] к единичным колесным транспортным средствам, не оснащенным «ЭРА-ГЛОНАСС», ввезенным на территорию РФ юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями, добавлены транспортные средства, оснащенные силовым электрическим приводом (электромобили), т.е. электромобили теперь должны оснащаться модулем «ЭРА-ГЛОНАСС» так же, как и остальные транспортные средства. То есть с 2023 года информация о ДТП с электромобилями может поступить от «ЭРА-ГЛОНАСС» как в виде сообщения в унифицированном формате, так и в виде сообщения с голосовым вызовом. При этом формат предоставления информации в Государственную автоматизированную информационную систему «ЭРА-ГЛОНАСС» [7] предусматривает наличие информации о «типе энергоносителя транспортного средства». Возможными значениями данного поля могут быть: водород, электричество, жидкий пропан, сжиженный природный газ, дизель и бензин.

Типовая форма соглашения о порядке информационного взаимодействия между оператором Государственной автоматизированной информационной системы «ЭРА-ГЛОНАСС» и уполномоченными органами государственной власти субъектов Российской Федерации, на территориях которых введена в эксплуатацию система обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» [8] тоже предусматривает передачу информации о типе энергоносителя транспортного средства в Систему-112. Таким образом, при поступлении информации о ДТП в Систему-112 с участием транспортного средства, использующего силовой электропривод, максимум, что можно узнать, что есть наличие источника электрической энергии.

В связи с этим целесообразно изучить возможность дополнения УКИО полями, описывающими тип используемого привода (электрический, гибридный) и внести соответствующие изменения в принятые нормативные документы. Для этого необходимо:

1. Изучить практический опыт по организации реагирования на ДТП с участием транспорта с силовым электроприводом в различных модификациях на примере нескольких субъектов Российской Федерации, где используется наибольшее количество электромобилей.

2. На основе полученных результатов провести оценку необходимых доработок в специальном программном обеспечении Системы-112, отвечающем за формирование УКИО в Системе-112 и в ГАИС «ЭРА-ГЛОНАСС».

3. Провести обсуждение полученных результатов с представителями органов исполнительной власти и организациями, ответственными за организацию работы и эксплуатацию Системы-112 в субъектах Российской Федерации, а также с привлечением оператора системы «ЭРА-ГЛОНАСС в лице акционерного общества «ГЛОНАСС».

4. Вынести на обсуждение необходимые поправки в нормативные документы.

5. По итогам обсуждения внести необходимые изменения в нормативные документы, регулирующие вопросы отражения в Системе-112 и ГАИС «ЭРА-ГЛОНАСС» типов электрических транспортных средств в зависимости от их пожароопасности.

Причисленные шаги позволят усовершенствовать подход к организации реагирования на ДТП с участием транспорта, имеющего электрический или гибридный силовой привод.

#### Список источников

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23.08.2021 № 2290-р / Официальный интернет-портал правовой информации. - Обновляется в течение суток. - URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202108240015> (дата обращения: 10.08.2024). - Текст: электронный.

2. EV FireSafe: [сайт]. – URL: <https://www.evfiresafe.com/ev-battery-fire-data> (дата обращения: 10.08.2024). – Текст: электронный

3. Емельянов Р. А., Казаков А. В., Бухтояров Д. В., Хатунцева С. Ю. Научно-технический журнал «Пожарная безопасность», 2024 № 1 (114), С. 97 — 101.

4. Anthony Lemonde, Hybrid Vehicles are More Likely to Catch Fire than Gasoline or Electric Ones / Motor Illustrated, Monday, August 12, 2024 - URL: <https://motorillustrated.com/hybrid-vehicles-are-more-likely-to-catch-fire-than-gasoline-or-electric-ones/98175/> (date of access: 10.08.2024). - Text: electronic.

5. Постановление Правительства Российской Федерации от 12.11.2021 № 1931 «Об утверждении обязательных требований к организации и функционированию системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112», в том числе порядка и сроков осуществления приема, обработки и передачи вызовов по единому номеру «112» диспетчерским служба» / Официальный интернет-портал правовой информации. - Обновляется в течение суток. - URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202111160007> (дата обращения: 10.08.2024). - Текст: электронный.

6. Постановление Правительства Российской Федерации от 03.10.2023 № 1633 «О внесении изменения в пункт 2 Правил применения обязательных требований в отношении отдельных колесных транспортных средств и проведения оценки их соответствия» / Официальный интернет-портал правовой информации. - Обновляется в течение суток. - URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202310060022> (дата обращения: 10.08.2024). - Текст: электронный.

7. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 04.08.2015 № 238 «Об утверждении Форматов предоставления информации в Государственную автоматизированную информационную систему «ЭРА-ГЛОНАСС» / Официальный интернет-портал правовой информации. - Обновляется в течение суток. - URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201509020012> (дата обращения: 12.08.2024). - Текст : электронный.

8. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации и МЧС России от 01.10.2015 № 293/525 «Об утверждении типовой формы соглашения о порядке информационного взаимодействия между оператором Государственной автоматизированной информационной системы «ЭРА-ГЛОНАСС» и уполномоченными органами государственной власти субъектов Российской Федерации, на территориях которых введена в эксплуатацию система обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» / Официальный интернет-портал правовой информации. - Обновляется в течение суток. - URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001201602160005> (дата обращения: 12.08.2024). - Текст : электронный.

## ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ НА ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТЕ

*Емельянов Р.А.*  
*ФГБУ ВНИИПО МЧС России*

**Аннотация.** Проанализированы известные данные по эксплуатируемым в Российской Федерации типам электротранспорта, а также случаи возгораний на электротранспорте, причины их возникновения, используемые средства пожаротушения. Рассмотрен принцип работы аккумуляторных батарей, применяемых в электротранспортных средствах. Указаны классы пожаров в литий-ионных аккумуляторных батареях. Определены направления разработки огнетушащих веществ и средств их подачи для тушения литий-ионных аккумуляторных батарей.

**Ключевые слова:** электротранспорт, литий-ионные аккумуляторные батареи, тепловой разгон, лабораторная установка, методика испытаний

## CAUSES AND EXTINGUISHING OF FIRES ON ELECTRIC VEHICLES

*Emelyanov R.A.*  
*FGBU VNIPO EMERCOM of Russia*

**Abstract.** This paper analyzes the available data on the types of electric transport operating in the Russian Federation, as well as cases of fires in electric transport, the causes of their occurrence, and the means of extinguishing them. The working principle of battery packs used in electric vehicles is discussed. The classes of fires in lithium-ion batteries are indicated. Directions for the development of extinguishing agents and methods for delivering them for extinguishing lithium-ion batteries are defined.

**Keywords:** electric transport, lithium-ion batteries, thermal acceleration

## УЗРОЦИ НАСТАНКА И ГАШЕЊА ПОЖАРА НА ЕЛЕКТРИЧНИМ ВОЗИЛИМА

**Јемельанов Р.А.**  
*ФГБУ ВНИИПО МЧС Русије)*

**Апстракт.** Анализирани су доступни подаци о типовима електричних возила који се користе у Руској Федерацији, као и случајеви настанка пожара на њима, узроци њиховог настанка и средства за гашење. Разматран је принцип рада акумулатора који се користе у таквим возилима. Наведене су класе пожара у литијум-јонским акумулаторима. Дефинисане су области истраживања средства за гашење и начини испоруке за гашење литијум-јонских акумулатора.

**Кључне речи:** електрична возила, литијум-јонски акумулатори, термално убрзање, лабораторијска опрема, метода испитивања.

В настоящее время в дорожно-транспортной структуре мегаполисов существенную долю начинает занимать общественный и частный электротранспорт, к которому относятся электробусы, электромобили. В настоящее время высокими темпами также развиваются средства индивидуальной мобильности (СИМ), включающие в себя электросамокаты,

моноколеса и прочие средства перемещения на электрической тяге. Данный вопрос приобретает дополнительную актуальность в свете анонсирования мэром Москвы Сергеем Семеновичем Собяниным платформы для сборки электромобилей «Москвич».

На территории г. Москвы функции общественного транспорта выполняют более 1000 электробусов, которые начиная с 2018 г. перевезли более 200 млн пассажиров. С каждым днем на дорогах все больше появляется автомобилей на электрической тяге и с гибридными двигателями, а также все более массово используются СИМ.

Особенностью электротранспорта с точки зрения пожарной безопасности является использование пожаро- и взрывоопасных литий-ионных аккумуляторных батарей (ЛИАКБ).

Несмотря на очевидные достоинства электротранспорта: экологичность, простота обслуживания, отсутствие горючего, в последнее время происходит все больше его возгораний, в ряде случаев без видимых причин, а тушить их гораздо сложнее, чем обычные транспортные средства.

В мире известно множество случаев возгораний электротранспорта, примеры представлены на рис. 1. По данным компании Tesla, в период с 2012 по 2020 г. на каждые 330 млн км пути среди всех моделей происходило одно возгорание электрокара компании. Среди причин пожара специалисты американской корпорации назвали неисправность электронного оборудования, поджоги, а также иные ситуации. Согласно экспертизе Национальной ассоциации противопожарной защиты (NFPA) и Министерства транспорта США подобная статистика более чем в 10 раз превышает средний показатель возгораний среди автомобилей с двигателем внутреннего сгорания. Так, известны случаи возгораний, взрыва электромобилей в Китае, Норвегии, США, России и других странах. Например, в Москве летом 2019 г., двигаясь по левой крайней полосе МКАД в районе поселка Мосрентген, водитель автомобиля Tesla боком врезался в припаркованный эвакуатор, после чего вследствие «теплового разгона» сдетонировал аккумулятор. В авариях с участием электротранспорта существует серьезная проблема: повторное возгорание спустя некоторое время после аварии, причем длительность этого времени неизвестна, повторные возгорания происходили через день, через две, три недели. Например, известен случай, когда гибридный Chevrolet Volt загорелся на парковке тестового центра NHTSA спустя три недели после теста на боковой удар. Также имели место возгорания на стоянках электромобилей, которые не участвовали в ДТП.

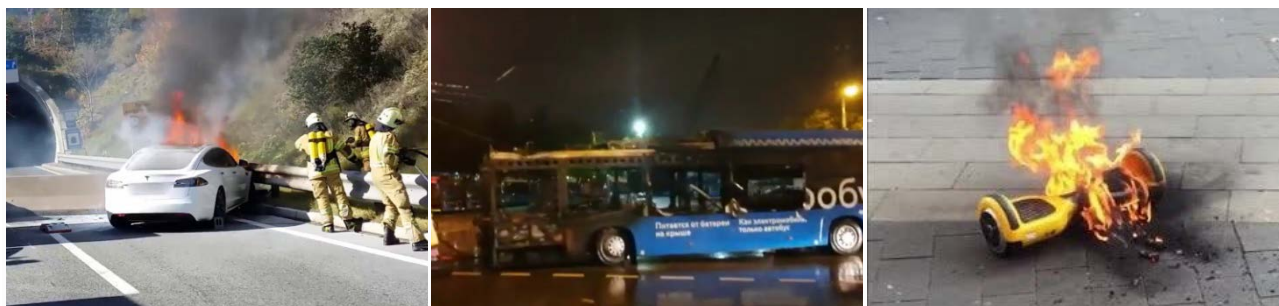


Рис. 1. Случаи возгорания электротранспорта

Разработки литиевых источников тока начались еще в 1912 г. Льюисом [1, 2]. Использование металлического лития для аккумуляторов было очень привлекательным ввиду его высокой теоретической удельной емкости и большого по величине отрицательного электродного потенциала относительно стандартного электрода [3].

Чтобы понять причины возгораний, необходимо изучить конструкцию аккумуляторов. ЛИАКБ состоят из анода и катода, разделенных пористым полимерным сепаратором. Активным материалом катода чаще всего являются оксиды переходных металлов со встроенными в кристалл ионами лития. В аноде обычно используется графит. Электролит, которым залита электрохимическая ячейка, представляет собой органический раствор солей лития. Наличие металлического лития определяет высокую степень их опасности при эксплуатации, перевозке, хранении. Под литий-ионным аккумулятором следует понимать

такой аккумулятор, у которого при заряде от катода ионы лития переходят в анод, а в случае разряда через нагрузку перемещаются обратно.

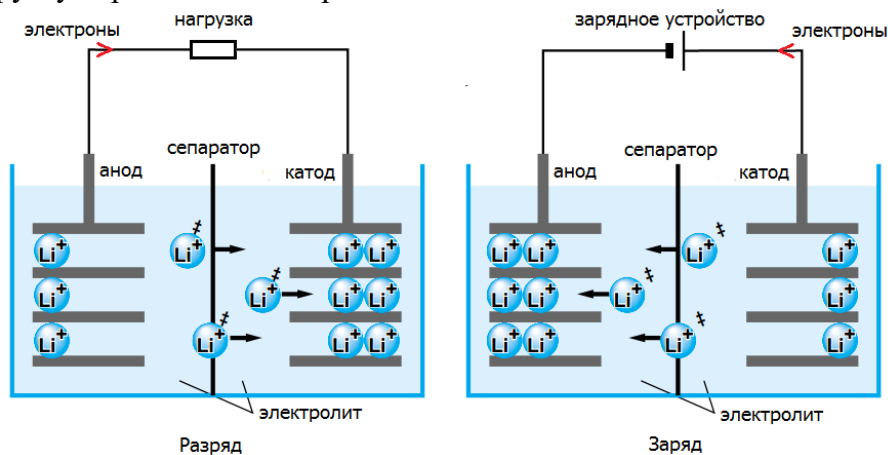


Рис. 2. Схема работы литий-ионного аккумулятора.

Итак, главная причина возгорания литий-ионных аккумуляторных батарей – это короткое замыкание, которое возникает вследствие влияния следующих факторов.

- механического повреждения ячеек (например, вследствие ДТП);
- нарушения технологии производства (неровная нарезка электродов или попадание металлических частиц между анодом и катодом, что приводит к повреждению сепаратора);
- нарушение правил эксплуатации (неправильная зарядка: превышение максимально допустимого напряжения, зарядка на высоких токах);
- прорастание цепочек лития через сепаратор (возникает, если ионы лития не успевают встроиться в кристалл анода при слишком быстрой зарядке или низкой температуре).

Причиной возгорания также является перегрев аккумулятора от внешних источников.

Все эти причины приводят к одному результату – тепловому разгону с последующим возгоранием.

Пожары в литий-ионных аккумуляторных батареях относятся к классам:

A2 – Горение твердых веществ (например, пластмассы), не сопровождаемое тлением

B – Горение жидких веществ

C – Горение газообразных веществ

D1 – Горение металлов и металлосодержащих соединений

E – Горение веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением

Результаты сравнительных испытаний различных средств пожаротушения, приведенные в работах зарубежных исследователей, показывают, что наиболее эффективно и быстро снижает температуру аккумуляторной ячейки: вода, пена, тонкораспыленная вода.

Наименее подходят для тушения огнетушащий порошок и диоксид углерода.

Огнетушащие порошки обладают рядом преимуществ, в том числе способностью к тушению классов D (огнетушащие порошки специального назначения) [4–8] [8], однако имеют слабый охлаждающий эффект [9, 10].

Известен также способ противопожарной защиты и охлаждения аккумуляторных батарей на транспорте с использованием газовых огнетушащих составов.

Вода в данный момент является основным средством пожаротушения аккумуляторных батарей. Однако вода и пена не способны к тушению класса D, и только локализуют горение ЛИАКБ.

В настоящее время разработан жидкий огнетушащий состав, который показал высокую эффективность тушения пожара класса D1.

Для определения огнетушащей способности жидкого огнетушащего состава для тушения АКБ разработаны лабораторная установка (рис. 3) и методика испытаний.

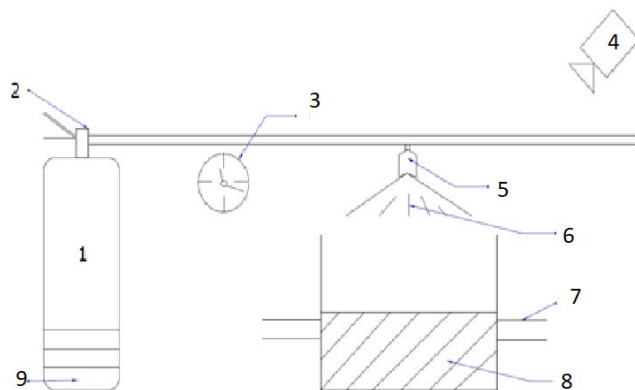


Рис. 3. Схема лабораторной установки для определения огнетушащей способности жидкого огнетушащего состава при тушении АКБ:

1 – Баллон для жидкого огнетушащего состава; 2 – Запорно-пусковое устройство; 3 – Секундомер; 4 – Видеокамера; 5 – Насадок для подачи жидкого огнетушащего состава –; 6 – Подача огнетушащего вещества; 7 – Термопары; 8 – АКБ; 9 – Жидкий огнетушащий состав.

Fig. 3. The scheme of laboratory installation of definition огнетушащей abilities OTV at suppression АКБ:

1 – A cylinder for liquid extinguishing agent; 2 – A shut-off and starting device; 3 – A stopwatch; 4 – A video camera; 5 – Nozzles for supplying liquid extinguishing agent –; 6 – Supply of extinguishing agent; 7 – Thermocouples; 8 – Battery; 9 – Liquid extinguishing agent.

При помощи ареометра определяется плотность жидкого огнетушащего состава  $\rho_c$ . В огнетушитель заливается  $V_c$  ( $3,5 \text{ дм}^3$ ) испытываемого состава, после чего устанавливается запорная арматура и закачивается азот под давлением  $1,2 \text{ МПа}$ . Фиксируется масса заряженного огнетушителя  $m_{oc}$ .

Модельный очаг помещается на твердую ровную поверхность из негорючего термостойкого материала. Термопары устанавливаются в количестве трех штук согласно рис. 3.

В ходе испытаний проводится постоянный контроль показаний температуры. На нагревательный элемент модельного очага подается переменный ток с напряжением  $220 \text{ В}$ . По истечении  $480 \pm 60 \text{ с}$  с момента подачи тока на нагревательный элемент элементы питания, из которых состоит модельный очаг, начинают издавать щелчки, при этом выделяется небольшое количество белого дыма.

По истечении  $720 \pm 60 \text{ с}$  элементы питания в модельном очаге начинают воспламеняться, при этом их воспламенение носит цепной характер. После воспламенения от 7 до 10 элементов питания проводится тушение модельного очага подачей огнетушащего состава из огнетушителя через крышку модельного очага. Фиксируется время с момента начала тушения до момента прекращения пламени при горении элементов питания в модельном очаге  $t_1$ . После прекращения пламенного горения продолжают подачу специального состава, подача должна происходить равномерно по всей поверхности крышки модельного очага. Фиксируется время от момента прекращения пламенного горения до момента достижения температуры внутри модельного очага  $t_2$  не более  $90 \text{ }^\circ\text{C}$ . Производится взвешивание огнетушителя после испытаний  $m_o$ . Очаг считается потушенным, если после окончания испытаний не произошло повторного воспламенения в течение 48 ч. Для установления этого факта очаг помещается в специальную бронекамеру.

Время тушения определяют как

$$t = t_1 + t_2, \quad (1)$$

где  $t_1$  – время с момента начала тушения до момента прекращения пламени горения, с  $t_2$  – время от момента прекращения пламенного горения до момента достижения температуры внутри модельного очага не более 90 °С, с.

Расход жидкого огнетушащего состава  $q$ , кг/с, определяют по формуле:

$$q = \frac{m_{oc} - m_o}{t}, \quad (2)$$

$m_{oc}$  – масса заряженного огнетушителя, кг;  $m_o$  – масса огнетушителя после испытаний, кг;  $t$  – время тушения, с.

В ближайшее время планируется проведение испытаний жидкого огнетушащего состава.

На базе ФГБУ ВНИИПО МЧС России в настоящее время решается вопрос по разработке огнетушащих веществ и средств их подачи для тушения литий-ионных аккумуляторных батарей в рамках утвержденной дорожной карты, по которой будут проведены:

- Исследование пожаровзрывоопасных свойств аккумуляторных батарей.
- Создание испытательного стенда по определению способности к тушению отсеков размещения литиевых батарей на электротранспорте различными средствами пожаротушения на базе ФГБУ ВНИИПО МЧС России.
- Проведение испытаний имеющихся средств и ОТВ по тушению литиевых аккумуляторных батарей на базе ФГБУ ВНИИПО МЧС России.

### Список литературы

1. Скундин А.М., Воронков Г.Я. Химические источники тока: 210 лет. М.: Поколение, 2010. 349 с.
2. Демахин А.Г., Овсянников В.М., Пономаренко С.М. Электролитные системы литиевых ХИТ. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1993. 217 с.
3. Leisegang T., Meutzner F., Zschornak M. et al. The aluminum-ion battery: A sustainable and seminal concept? *Front Chem.* 2018, vol. 7. p. 268.
4. Баратов А.Н., Вогман Л.П., Бухтояров Д.В. Порошковое пожаротушение // *Безопасность труда в промышленности.* 2012. № 8. С 39–41.
5. Баратов А.Н., Вогман Л.П., Бухтояров Д.В. Особенности огнетушащего действия порошковых составов // *Безопасность труда в промышленности.* 2012. № 7. С 39–41.
6. Порошковое пожаротушение / А.Н. Баратов, Л.П. Вогман, Д.В. Бухтояров, А.Л. Чибисов // *Пожарная безопасность.* 2012. № 2. С. 120–122.
7. Экспериментальные исследования электрического пробоя огнетушащих порошков / А.В. Попов, А.В. Казаков, Д.В. Бухтояров, С.Ю. Хатунцева // *Безопасность труда в промышленности.* 2021. № 2. С. 49–55.
8. Горение и тушение щелочных металлов / А.В. Попов, А.В. Казаков, Д.В. Бухтояров, Р.А. Емельянов // *Безопасность труда в промышленности.* 2022. № 3. С. 78–83.
9. Бухтояров Д.В. Особенности влияния тепловых и химических факторов на тушение диффузионных пламен горючих жидкостей порошками: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М.: ВНИИПО, 2011. 24 с.
10. Механизм подавления горения горючих жидкостей огнетушащими порошками / Д.В. Бухтояров, С.Н. Копылов, В.А. Кушук, А.В. Попов // *Пожарная безопасность.* 2015. № 1. С. 63–68.

## НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ БЕЗОПАСНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЭЛЕКТРОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

*Великокклад Т.П., Капральный Ю. В.  
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)*

**Аннотация.** В статье проанализированы ключевые направления государственной политики, а также нормативные требования по развитию и использованию электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года.

**Ключевые слова:** автомобилестроение, пилотный проект, свод правил, стоянки автомобилей, зарядные станции, электромобили.

## REGULATORY REQUIREMENTS THAT ENSURE THE CREATION AND DEVELOPMENT OF A SAFE ELECTRIC VEHICLE INFRASTRUCTURE

*Velikokklad T.P., Kapralniy Yu.V.  
VNI GOChS (FC)*

**Annotation.** The article analyzes the key directions of state policy, as well as regulatory requirements for the development and use of electric motor transport in the Russian Federation for the period up to 2030.

**Keywords:** automotive industry, pilot project, code of rules, parking lots, charging stations, electric vehicles.

## НОРМАТИВНИ ЗАХТЕВИ КОЈИ ОБЕЗБЕЂУЈУ СТВАРАЊЕ И РАЗВОЈ СИГУРНЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ ЕЛЕКТРИЧНОГ ТРАНСПОРТА

*Великокклад Т.П., Капралниј Ју.В.  
Сверуски научно-истраживачки институт за цивилну заштиту и ванредне ситуације,  
Министарство за ванредне ситуације Русије*

**Апстракт.** У чланку су анализирана кључна упутства државне политике, као и нормативни захтеви за развој и коришћење електричних возила у Руској Федерацији за период до 2030. године.

**Кључне речи:** ауто индустрија, пилот пројекат, скуп правила, паркинзи, станице за пуњење, електрично возило.

В Российской Федерации особое внимание уделяется поддержке производства электромобилей и стимулированию спроса на них с целью создания перспективных технологий в сфере электротранспорта и сохранения конкурентоспособности в области автомобилестроения. Необходимо подчеркнуть, что такие транспортные средства включены в программы льготного кредитования и лизинга. Также электрокары не облагаются транспортным налогом в двадцати регионах России, среди которых Санкт-Петербург, Новосибирская, Липецкая области и другие субъекты РФ. С 1 января 2024 года освобождение

от уплаты транспортного налога введено и в Татарстане. В некоторых регионах льготы по налогам зависят от параметров автомобиля. Например, в Краснодарском крае при мощности двигателя менее 50 кВт нужно платить 2500 рублей в год, а за более мощные авто - 5000 рублей в год. Стоит отметить, что порядок уплаты транспортного налога определяет местное законодательство, поэтому в разных субъектах РФ действуют разные правила. Например, в Москве, в соответствии с Законом от 09.07.2008 № 33 «О транспортном налоге» с 01.01.2020 года, физические лица, на которых зарегистрированы транспортные средства, оснащенные исключительно электрическими двигателями, освобождены от уплаты транспортного налога в отношении указанных автомобилей, отменена и плата за парковки, к тому же и зарядка может быть бесплатной [1]. Также, с марта 2023 года, в связи с акцией, по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации, был предоставлен бесплатный проезд электромобилей по платным федеральным трассам, Правительство признало этот проект удачным и продлило его до конца 2024 года. Безусловно, такой подход направлен на поддержку спроса электромобилей, в том числе и через субсидирование части их стоимости. Вместе с тем, производителям электротранспорта и аккумуляторов предоставляются субсидии и специальные инвестиционные контракты.

В свою очередь, Минэкономразвития России совместно с Минпромторгом России разработали Концепцию в соответствии с Федеральным законом "О стратегическом планировании в Российской Федерации", по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года, которая была утверждена распоряжением Правительства РФ 23 августа 2021 года [2]. Очевидно, что документ поставил широкий круг первоочередных задач перед многими министерствами и ведомствами, а также бизнесом. Это и развитие производственной базы, и наращивание технологических компетенций, выведение на рынок принципиально новых продуктов в области электродвижения, а также создание современной инженерной и транспортной инфраструктуры для электро- и водородных автомобилей. Причем, концепция довольно подробно проработана, в ней рассматриваются различные сценарии, а целевые показатели установлены не только по итогу к 2030 году, но и промежуточные на 2024 год. Так, суммарное производство электромобилей в России с 2022 по 2024 год должно достигнуть 25 тысяч штук, а число зарядных станций к началу 2025 года - 9400. Также концепцией предусмотрено стимулирование развития зарядной инфраструктуры в пилотных регионах до конца 2024 года.

Безусловно, реализация концепции способствует развитию на территории России технологий в сфере производства электромобилей, и необходимой компонентной базы, к которой относятся ячейки для батареи, катодные и анодные материалы, водородные топливные элементы, электродвигатели, силовая и управляющая электроника, а также создание необходимых испытательных баз для апробации созданных технологий. Кроме того, запланировано создать не менее тридцати девяти тысяч высокопроизводительных рабочих мест. При этом стоит подчеркнуть, что общий бюджет концепции оценивается в 591 млрд. рублей до 2030 года, из которых внебюджетные средства составят порядка 499 млрд. рублей. Дополнительные налоговые поступления в бюджет составят более 460 млрд. рублей. Отметим, что по итогам реализации концепции, планируется производить не менее десяти процентов от общего объёма производства транспортных средств, ввести в эксплуатацию не менее семидесяти тысяч зарядных станций, из которых «быстрых» с мощностью 150 кВт не менее двадцати восьми тысяч.

Отдельного внимания заслуживает пилотный проект по созданию зарядной инфраструктуры для электротранспорта, который стартовал в 2022 году, его участниками стали шестнадцать территорий и одна автомагистраль. Перечень территорий и дорог федерального значения, где появились зарядные станции для электромобилей и электробусов, своим распоряжением утвердил Председатель Правительства М. Мишустин. Стоит отметить, что в декабре 2023 были внесены изменения в этот перечень, и присоединены ещё двадцать шесть регионов [3]. В свою очередь, Приказом Минпромторга России от 05.04.2024 № 1478

были внесены изменения в технические характеристики оборудования стационарной автомобильной зарядной станции публичного доступа, обеспечивающей возможность быстрой зарядки электрического автомобильного транспорта. В частности, пересмотрена минимальная конфигурация зарядной станции в части ее оснащения коннекторами с разъемами CCS2, GB/T, CHAdeMO, а также уточнены требования к стационарным станциям быстрой зарядки электромобилей, при соответствии которым, предоставляются субсидии. Кроме того, зарядная станция должна обязательно оснащаться оборудованием, обеспечивающим возможность измерения количества электроэнергии, поставляемой такой станцией, с определенной базовой погрешностью измерений [4].

Следует отметить, что, неразвитость зарядной инфраструктуры так сильно не ощущается при коммерческом использовании электротранспорта, такого как электробусы, развозные фургоны, такси. Так как их маршруты и график работы предопределены, и можно предусмотреть время и место для зарядки. Кроме того, для такого транспорта цена имеет меньшее значение, потому что перевозчики часто приобретают технику в лизинг, и использование экологически чистого транспорта можно стимулировать налоговыми и другими льготами. Поэтому именно электрификация общественного транспорта, как это уже происходит в Москве, является серьезным стимулом для российского производства электромобилей, не только для отработки технологии производства, но и утилизации аккумуляторных батарей.

Справедливости ради, необходимо сказать, что мероприятия концепции включают в себя снятие правовых ограничений, связанных, прежде всего, с эксплуатацией электротранспорта, а также использованием зарядной инфраструктуры, например, ограничений, препятствующих установке зарядных станций на подземных паркингах. Ведь, главная проблема, с которой сталкиваются сегодня владельцы электромобилей, это сложности с зарядкой. Отметим, что скорость восполнения заряда определяется ёмкостью аккумулятора и типа терминала. На станции быстрой зарядки можно «заправиться» за 40-60 минут, и на полностью заряженном аккумуляторе можно проехать от 200 до 700 км. Безусловно, лимит зависит от марки и модели авто, транспортной ситуации, стиля вождения. Такое ограничение не является проблемой при использовании машины по городу с хорошо развитой зарядной инфраструктурой. В свою очередь, при поездках за город, на дачу стоит тщательнее планировать маршрут с учётом зарядных станций. Теоретически заряжать аккумуляторы можно и от бытовой сети, но мощность такой зарядки невелика, и если речь идет о современном электромобиле с батареей большой емкости, да еще зимой, то для полной зарядки могут понадобиться до 15 часов и более. При этом стоит указать, что при правильной эксплуатации электромобиля ёмкость аккумулятора снижается на 3 - 5% в год, соответственно с каждым годом потеря ресурса становится всё более критичной. Это особенно важно знать при покупке электрокара на вторичном рынке, так как даже относительно нестарый автомобиль с небольшим пробегом может иметь проблемы с аккумулятором. В свою очередь, замена батареи обходится примерно в 20% от стоимости машины.

Вместе с тем, необходимо подчеркнуть, что самой уязвимой частью электромобилей являются аккумуляторы, которые стали одной из значимых причин пожаров. Стоит иметь в виду, что литиевые батареи используются в электромобилях, и возгорание батарей может иметь более серьезные последствия, так как литиевые батареи крайне трудно потушить, а процесс их горения происходит при высоких температурах, в итоге может начать гореть даже то, что в обычных условиях не воспламеняется. Возгорание возможно от высокой влажности или дефекта в конструкции батареи, при повреждении аккумулятора, при неполадках с зарядными устройствами и кабелями, неправильной технологии тушения, после которой возможно повторное возгорание. Иногда возгорания электромобилей происходят часто и без видимых причин. Положение усугубляет то, что не всегда соблюдаются установленные стандарты на расположение ключевых элементов конструкции, включая силовые кабели и саму батарею. Это обстоятельство существенно осложняет работу пожарных, так как тушить электрооборудование под напряжением, не обесточив его, очень опасно. Причем, проблема будет все больше нарастать, если не принять соответствующие меры, ведь обладатели таких

транспортных средств сейчас имеются практически в каждом доме, по крайней мере, в больших городах.

В свою очередь, необходимо отметить, что с 5 декабря 2023 года вступил в силу новый нормативный документ, СП 113.13330.2023 который заменил сразу два свода устаревших правил СП 113.13330.2016 «Стоянки автомобилей» и СП 506.1311500.2021 «Стоянки автомобилей. Требования пожарной безопасности», это сделало процесс зарядки электромобилей в многоквартирных домах более безопасным[5]. Так, для зарядных станций в закрытых стоянках теперь требуется выделение отдельной пожарной секции. Реализация этого требования может осуществляться через противопожарные перегородки, зоны без горючей нагрузки или с применением дренчерных завес и противоподымных штор. Но имеется исключение - выделение отдельной секции не требуется для помещений площадью менее 1200 м<sup>2</sup>, или если количество зарядных станций не превышает десяти штук, даже на большой площади парковки. Причем, все Машино места с оборудованием для зарядки должны быть оснащены системами автоматического пожаротушения, независимо от размера парковки. Кроме того, зарядные станции разрешается размещать как на открытых площадках, так и в стоянках классов пожарной опасности С0 и С1, а в подземных паркингах разрешена только медленная зарядка с током до 32 А. К тому же, зарядные устройства должны автоматически отключаться при срабатывании пожарной сигнализации. Доступ к ним возможен только через специальные карты доступа или мобильные устройства. Это в первую очередь необходимо для самих владельцев зарядных станций, чтобы предотвратить зарядку электромобилей соседей без их разрешения.

Таким образом, Концепция описывает решение практически всех вопросов, для создания и развития электрификации автопарка, в том числе и сети зарядных станций. Этот документ, определяющий развитие производства на территории Российской Федерации электрического автомобильного транспорта, а ее положения учитываются при разработке государственных программ и подпрограмм Российской Федерации, государственных программ и подпрограмм субъектов Российской Федерации и иных предусмотренных документов стратегического планирования, содержащих мероприятия, направленные на развитие автомобильной промышленности, безопасной инфраструктуры электрического автомобильного транспорта.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Закон г. Москвы от 9 июля 2008 г. № 33 «О транспортном налоге» (с изменениями на 5 июня 2024г.). Электронный ресурс [consultant.ru/ document/cons-dok](http://consultant.ru/document/cons-dok).
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23 августа 2021 г. № 2290-р. (ред. от 29.10.2022) «Об утверждении Концепции по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года» (вместе с "Планом мероприятий ("дорожной картой") по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года"). Электронный ресурс [consultant.ru/ document/cons-dok](http://consultant.ru/document/cons-dok).
3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23 от 24 декабря 2021 г. № 3835-р «Об утверждении Перечня территорий и дорог федерального значения, определенных в качестве пилотных для создания зарядной инфраструктуры для электротранспортных средств до 2024 года». Электронный ресурс [consultant.ru/ document/cons-dok](http://consultant.ru/document/cons-dok).
4. Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 05.04.2024 № 1478 «О внесении изменений в технические характеристики оборудования стационарной автомобильной зарядной станции публичного доступа, обеспечивающей возможность быстрой зарядки электрического автомобильного транспорта, утвержденные приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 29 апреля 2022 г. № 1776» (Зарегистрирован 22.04.2024 № 77948). Электронный ресурс [consultant.ru/ document/cons-dok](http://consultant.ru/document/cons-dok).

5. Приказ Минстроя РФ от 05 октября 2023 года № 718 «Об утверждении «СНиП 21-02-99\* Стоянки автомобилей» СП 113.13330.2023». Электронный ресурс [consultant.ru/ document/consdok](https://consultant.ru/document/consdok).

## ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПРИ ВОЗГОРАНИИ И РАЗВИТИИ ПОЖАРА ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ НА ОБЪЕКТАХ ИХ ХРАНЕНИЯ

*Карпов А.В., Зуев С.А., Панфилов С.Г., Лещёв А.С.  
ВНИИПО МЧС России*

**Аннотация.** Проведён анализ главных особенностей пожара электромобилей. Рассмотрены основные причины пожаров электромобилей. Проведён сравнительный анализ результатов исследований тепловыделения при пожаре традиционного автомобиля и электромобиля. Приведены рекомендации по выбору мощности тепловыделения при возгорании электромобиля для осуществления полевого моделирования развития пожара на объектах хранения автомобилей.

**Ключевые слова:** возгорание, пожар, электромобиль, пожарная безопасность, мощность тепловыделения.

## FEATURES OF MODELING THERMAL EFFECTS DURING IGNITION AND FIRE DEVELOPMENT ON ELECTRIC VEHICLES AT THEIR STORAGE FACILITIES

*Karpov A.V., Zuev S.A., Panfilov S.G., Leschev A.S.  
All-Russian Research Institute for Fire Protection of EMERCOM of Russia*

**Abstract.** The analysis of the main features of the fire of electric vehicles is carried out. The main causes of electric vehicle fires are considered. A comparative analysis of the results of studies of heat dissipation in case of fire of a traditional car and an electric car is carried out. Recommendations are given on the choice of heat dissipation power in the event of an electric vehicle fire for field modeling of fire development at car storage facilities.

**Keywords:** ignition, fire, electric vehicle, fire safety, heat dissipation power.

## ОСОБИНЕ МОДЕЛИРАЊА ТОПЛОТНИХ ЕФЕКТА ПРИ ПАЉЕЊУ И РАЗВОЈУ ПОЖАРА ЕЛЕКТРИЧНОГ ВОЗИЛА НА СКЛАДИШТИМА

*Карпов А.В., Зуев С.А., Панфилов С.Г., Лещев А.С.  
Сверуски истраживачки институт за противпожарну одбрану Министарства за ванредне ситуације Русије*

**Апстракт.** Извршена је анализа главних карактеристика пожара електричних возила. Разматрају се главни узроци пожара електричних возила. Извршена је компаративна анализа резултата студија ослобађања топлоте при пожару обичног аутомобила и електричног аутомобила. Дате су препоруке за избор снаге ослобађања топлоте при пожару електричног возила за теренско моделирање развоја пожара на складишту возила.

**Кључне речи:** горење, пожар, електрично возило, безбедност од пожара, дисипација топлоте.

В настоящее время методы математического моделирования [1, 2] широко применяются для проведения расчётной оценки обеспечения пожарной безопасности объектов различного назначения. В этой связи проблема формулировки исходных данных для объектов зарядки и хранения автомобилей для целей прогнозирования развития и

распространения опасных факторов пожара при горении электромобилей (EV), в силу малоизученности данного процесса, приобретает особую актуальность.

Анализ пожаров автотранспорта показывает, что одной из главных особенностей пожара автомобиля, как на жидком топливе, так и с электрической батареей является интенсивное развитие горения в начальной стадии с выделением большого количества тепла и продуктов горения, что представляет повышенную опасность для людей и соседних объектов.

Литий-ионный аккумулятор в настоящее время является наиболее широко используемой технологией для EV. Литий используется в качестве носителя заряда в виде ионов в электролите на основе углеводородов [3]. Электролит внутри батареи легко воспламеняется, и в случае перегрева существует риск возгорания всей батареи [4]. Если внутри батареи происходит реакция между электролитом и электродами, то может произойти ускоренный процесс – за счёт самостоятельного поступления кислорода в результате происходящих химических реакций [5]. Важным отличием от обычного пожара является то, что в случае литий-ионного аккумулятора батарея обеспечивает как топливо и кислород, так и источник тепла [6]. В зависимости от условий окружающей среды выделение горючих газов может привести к четырём различным сценариям [6].

Сценарий 1: пожар в условиях свободного горения, при котором воспламенение горючих газов происходит в присутствии внешнего источника воспламенения.

Сценарий 2: струйный пожар, при котором выделяющиеся газы выбрасываются с определённой скоростью в определенном направлении и воспламеняются. Некоторые аккумуляторы EV имеют боковую вентиляцию, чтобы свести к минимуму избыточное давление, возникающее в результате накопления горючих газов внутри аккумулятора, что может привести к боковому выбросу пламени из-под автомобиля.

Сценарий 3: пожар-вспышка (или дефлаграция), при котором выделяющиеся газы объемно воспламеняются без образования избыточного давления.

Сценарий 4: взрыв (VCE), при котором выделяющиеся газы объемно воспламеняются с образованием избыточного давления [2, 6].

Пожары EV происходят как в результате дорожно-транспортных происшествий – при деформации и повреждениях аккумулятора, вызывающих внутренние короткие замыкания, так и при его подзарядке и даже при обычном хранении – при постепенном росте дендритов внутри твердого электролита, которые в конечном итоге могут привести к короткому замыканию внутри зарядной ячейки. При перегрузках по току, при чрезмерном заряде или разряде, как и при внешнем тепловом воздействии, например, в результате возгорания горючих элементов автомобиля или пожара соседнего автомобиля, сильный тепловой разогрев при температурах выше примерно 100 °C может привести к химическому разложению и газообразованию внутри литий-ионного элемента из-за нестабильности электролита [7]. В наихудшем случае это может привести к «тепловому разгону» батареи, когда скорость реакций разложения резко ускоряется и температура элементов повышается до экстремальных значений (более 200-300 °C). В этот момент также начинаются химические реакции в материалах электродов, что приводит к дальнейшему росту температуры и последующему возгоранию. При горении аккумуляторов также наблюдается выход опасных токсичных газов, таких как HF, CO, NO, SO<sub>2</sub> и HCl.

Известен ряд пожаров, произошедших при подзарядке, например, в Норвегии в январе 2016 года произошло короткое замыкание и возгорание автомобиля Tesla во время быстрой зарядки на зарядной станции, после чего автомобиль полностью сгорел [8]. При инциденте в Ирвине (штат Калифорния), воспламенился электромобиль, заряжавшийся в гараже. Известны инциденты в Шанхае (2017 г.) и Бельгии (2019 г.), в которых пожары возникли при зарядке электромобилей (EV). В трёх из этих пожаров автомобиль был подключен к так называемому быстрому зарядному устройству. В списке из 13 известных пожаров в EV марки Tesla за период с 2013 по 2018 год только один пожар был связан с зарядкой, остальные пожары были результатом несчастных случаев [9]. Вместе с тем, по данным компании Tesla с 2019 года наблюдается резкое увеличение числа пожаров. С 2013 по 2018 г. включительно – 47. С 2019 г. по настоящее время – 148 пожаров. Также известны

самопроизвольные возгорания, обусловленные внутренним коротким замыканием в аккумуляторе без явных внешних воздействий.

При сравнительном анализе горючих нагрузок традиционного автомобиля с двигателем (ICEV) и EV можно отметить что, содержание горючих материалов в электромобилях в целом аналогично автомобилям с ICEV и составляет до 20 % и более от общей массы. Основные отличия заключаются в отсутствии в EV горючего топлива и наличии аккумуляторной батареи.

Результаты научных исследований свидетельствуют о том, что, несмотря на некоторое сходство между пожарами ICEV и EV, существует также ряд различий. Крупномасштабные испытания и исследования подходов к тушению пожаров показали, что пожарным требуется больше времени для тушения EV – примерно от 6 до 49 минут для EV [7] по сравнению с 5 минутами для тушения типичного пожара ICEV [6]. Это увеличение продолжительности пожара может привести к тому, что огонь будет дольше воздействовать на конструкцию здания, а также потребует увеличения количества воды для тушения пожара. Наличие батареи в EV приводит к другой схеме развития пожара. Исследование, проведенное Ламом и соавторами [10], показывает, что при горении ICEV, как правило, наблюдается однократный пик скорости тепловыделения (HRR), за которым следует неуклонное снижение по мере сгорания топлива и горючих компонентов транспортного средства. При пожарах электромобиля, как правило, наблюдаются два пика: первый – при возгорании горючих материалов в автомобиле; и второй – при возгорании аккумулятора.

Полномасштабные огневые испытания, которые были проведены на сегодняшний день [10], показывают, что общий масштаб пожара с точки зрения скорости тепловыделения при пожарах EV и ICEV примерно одинаков. Оба устройства имеют пиковую мощность около 8 МВт, что включает в себя мощность горелки с мощностью 2 МВт [10]. Воспламенение литий-ионного аккумулятора также труднее потушить, и он может вспыхнуть вновь. Повторное воспламенение батареи происходит, когда другие близлежащие элементы аккумуляторного блока повреждаются при первоначальной аварии и через некоторое время переходят в режим теплового разгона. После первоначального тушения наблюдалось повторное загорание 13% EV, и было зарегистрировано два случая, когда EV воспламенялся повторно несколько раз в течение нескольких часов из-за остаточного тепла, которое может оставаться в аккумуляторе даже после устранения видимых признаков горения (например, пламени, дыма) [7]. В одном исследовании повторное возгорание наблюдалось даже через 22 часа после первоначального горения [11].

В лаборатории Национального института Франции [12] также были проведены подробные экспериментальные исследования наиболее важных показателей пожарной опасности, необходимых для оценки и прогнозирования опасности пожаров EV. Методом калориметрии при горении литий-ионных аккумуляторов были определены скорость выделения тепла (определяющие тепловую угрозу) и скорость выделения токсических продуктов горения. Результаты показали, что общее HRR при горении аккумулятора с 50 %-ным зарядом оказалось в три раза ниже по сравнению с бензином. Значение скорости выделения тепла при горении 100 %-но заряженных аккумуляторов оказалось немного ниже скорости тепловыделения при горении бензина, а для батареи с 50%-ным зарядом – эквивалентно горению бензина.

Также на 8-й конференции в г. Вашингтон [1] были доложены результаты тестовых экспериментов по сравнительному определению потенциальной пожарной опасности и параметров HRR методом калориметрии при горении EV, автомобилей с ICEV с бензиновым баком 40-50 л, а также два вида гибридных автомобилей. Поджигание осуществлялось путем воздействия пропановой горелки с параметрами HRR соответствующими стандарту UL 2580 (температура не менее 590 °C в течение не менее 5 мин, продолжительность горения – 20 мин). Результаты экспериментов показали, что опасные взрывы при горении всех автомобилей отсутствовали, несмотря на наблюдающиеся хлопки, выбросы горящих струй и факелов. Максимальная скорость HRR для всех видов автомобилей достигались примерно на 6-й минуте и в среднем составляла 8 МВт. Для автомобилей с ICEV и гибридов наблюдались

непродолжительные всплески HRR до 10 МВт и выше. Приблизительно на 15 минуте горения скорость тепловыделения снижалась до 6 МВт и ниже. Максимальные температуры в кабине автомобилей всех видов достигали 1000 °С, температуры непосредственно над электрическими батареями возрастали до 1200 °С. При отдельных экспериментах с батареей и топливным баком HRR при горении аккумуляторной батареи EV составила около 2 МВт (в течении примерно 28 мин) и имела тенденцию к незначительному росту при увеличении уровня заряда. Горение бензобака на ранней стадии имело явный пик скорости HRR около 8 МВт длительностью около 3-х минут, которая затем снизилась ниже 2 МВт.

Как следует из проведенного анализа, в стоянках автомобилей тепловое воздействие от пожара EV приблизительно соответствует теплу, выделяющемуся при горении автомобиля с ICEV в случае расчётного наихудшего сценария аварии - разгерметизации топливного бака с горением пролива, как это произошло при пожаре на автостоянке Кингс-Док [7]. В последнее время вероятность возникновения таких сценариев существенно возросла, что обусловлено широким применением в автомобилях топливных баков, изготовленных из пластика (до 85 % новых автомобилей).

Анализ проведённых исследований показал, что при моделировании распространения пожара EV на объектах хранения максимальная мощность и динамика HRR для расчетного сценария ориентировочно могут быть приняты как для сценария расчётной аварии с горением пролива моторного топлива автомобиля с ICEV.

### Список литературы

1. Electric Vehicle Fire Testing. Presentation to the 8th EVS-GTR Meeting, Washington, USA June 1-5, 2015.
2. Применение полевого метода математического моделирования пожаров в помещениях: Методические рекомендации. – М.: ВНИИПО, 2003. – 35 с.
3. G. Hare, “Lithium Batteries - What’s the problem?,” Fire and Emergency New Zealand, New Zealand, 2019.
4. C. Mikolajczak, M. Kahn, K. White and R. Long, “Lithium-Ion Batteries Hazard and Use Assessment,” Fire Protection Research Foundation, 2011.
5. Roth, E. P., “Abuse Response of 18650 Li-Ion Cells with Different Cathodes Using EC:EMC/LiPF<sub>6</sub> and EC:PC:DMC/LiPF<sub>6</sub> Electrolytes”, ECS Translations, 11, 19-41, 2008
6. R. Bisschop, O. Willstrand, F. Amon and M. Rosengren, “Fire Safety of Lithium-Ion Batteries in Road Vehicles,” RISE Research Institutes of Sweden AB, 2019.
7. Thermal runaway mechanism of lithium ion battery for electric vehicles: A review / Xuning Feng, Minggao Ouyang, Xiang Liu et al. // Energy Storage Materials. - 2018. - Vol. 10. -P. 246-267.)
8. McGrattan K., McDermott R., Weinschenk C., Overholt K., Hostikka S., Floyd J. Fire Dynamics Simulator User’s Guide: NIST Special Publication 1019. Sixth Edition. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology. 2013. 262 p.
9. A list of Tesla car fires since 2013’, AutoBlog, 2018.
10. C. Lam, D. MacNeil, R. Kroeker, G. Lougheed and G. Lalime, “Full-scale Fire Testing of Electric and Internal Combustion Engine Vehicles, National Research Council of Canada,” in Fourth International Conference on Fire in Vehicles, Baltimore, 2016.
11. Fifth International Conference on Fires in Vehicles, October 3-4, 2018, Bores.
12. Investigation on the fire-induced hazards of Li-ion battery cells by fire calorimetry. Perrine Ribière, Sylvie Grugeon, Mathieu Morcrette, Simeon Boyanov, Stéphane Laruelle a and Guy Marlair. Laboratoire de Réactivité et Chimie des Solides, UMR CNRS 6007, Université de Picardie Jules Verne, 33 rue Saint Leu, 80039, Amiens, France. Institut National de

l'Environnement et des Risques (INERIS), Direction des Risques Accidentels, Parc Technologique Alata, BP2 60550, Verneuil en Halatte, France.

13. RISE Research Institutes of Sweden AB (RISE-report 2020:30 (this is a translation of RISE-report 2019:123). Charging of electric cars in parking garages. Are W. Brandt and Karin Glansberg

14. T. Valisalo, "Firefighting in case of Li-ion battery fire in underground conditions: Literature Study," Technical Research Centre of Finland, 2019.