Azərbaycan Respublikası Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyasının

ELMİ XƏBƏRLƏRİ

(xüsusi buraxılışı)

Beynəlxalq Mülki Müdafiə Təşkilatının Elm və Təhsil Komitəsinin VIII iclasına həsr olunur

SCIENTIFIC HERALD

Academy of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Azerbaijan
(Special Issue)

Dedicated to the 8th meeting of the ICDO (International Civil Defence Organization) Scientific and Educational Committee

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

Академии МЧС Азербайджанской Республики
(Специальный выпуск)

Посвящено VIII заседанию Научно-образовательного комитета МОГО (Международной организации гражданской обороны)

Elmi-texniki jurnal

Scientific-technical journal

Научно-технический журнал

BAKI – 2025

Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyasının

E L M İ X Ə B Ə R L Ə R İ

Elmi-texniki jurnal

BAŞ REDAKTOR – dosent **B.H.SALAYEV**

Baş redaktorun müavini – t.f.d. **K.T. Kazımov**

Məsul katib – t.f.d. **X.Ş.Həsənov**

REDAKSİYA HEYƏTİ:

h.e.n., dosent **V.Q.Polevoy** (Rusiya), *dosent* **İ.İ.Polevoda** (Belarusiya), *t.e.d.* **S.D.Şaripxanov** (Qazaxıstan), **E.Haarselhorst** (Niderland), *professor* **X.A.Həsənov**, *professor* **S.R.Rəsulov**, *professor* **İ.Ə.Həbibov**, *t.f.d.* **F.Ə.Aslanov**, *t.f.d.* **A.T.Xanlarov**, *f-r.f.d* **V.İ.Hüseynov**, *dosent* **F.Z.İbrahimzadə**, professor **İ.F.Dadaşov**, *professor* **Ə.S.Əfəndi**.

Scientific-technical journal

S C I E N T I F I C H E R A L D

The Academy of the Ministry of Emergency Situations

EDITOR-IN-CHIEF – a s s o c . p r o f **B.H.SALAYEV**

Deputy Editor-in-Chief – Ph.D. **K.T.Kazimov**

Executive Secretary – Ph.D. **Kh.Sh.Hasanov**

EDITORIAL BOARD:

Ph.D. Assoc. Prof. **V.G.Polevoy** (Russia), *Assoc. Prof.* **I.I.Polevoda** (Belarus), *Sc.D.* **S.D.Sharipkhanov** (Kazakhstan), **E.Haarselhorst** (Netherlands), *professor* **X.A.Hasanov**, *professor* **S.R.Rasulov**, *professor* **I.A.Habibov**, *Ph.D.* **F.A.Aslanov**, *Ph.D.* **A.T.Khanlarov**, *Ph.D.* **V.I.Huseynov**, *Assoc. Prof.* **F.Z.Ibrahimzada**, *professor* **I.F.Dadashov**, *professor* **A.S.Afandi**.

Н А У Ч Н Ы Й В Е С Т Н И К

Академии Министерства По Чрезвычайным Ситуациям

Научно-технический журнал

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР – Доцент **Б.Г.САЛАЕВ**

Заместитель главного редактора – к.т.н. **К.Т.Казымов**

Исполнительный секретарь – к.т.н. **Х.Ш.Гасанов**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

к.в.н. доцент **В.Г.Полевой** (Россия)**,** *доцент* **И.И.Полевода** (Белоруссия), *д.т.н.* **С.Д.Шарипханов** (Казахстан), **E.Haarselhorst** (Нидерланды), *профессор* **Х.А Гасанов**, *профессор* **С.Р.Расулов**, *профессор* **И.А.Габибов**, *м.к.н.* **Ф.А.Асланов**, *м.к.н.* **А.Т.Ханларов**, *к.т.н* **В.И.Гусейнов**, *доцент* **Ф.З.Ибрагимзаде**, *профессор* **И.Ф.Дадашов**, *профессор* **А.С.Афанди**.

T Ə S İ S Ç İ : Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyası

Jurnal 2021-ci ilin dekabr ayından nəşr olunur. Dövriliyi ildə 2 dəfədir. Azərbaycan Respublikası Ədliyyə Nazirliyində qeydiyyata alınmışdır. Qeydiyyat № 4349, 07.07.2021-ci il. Jurnalın Azərbaycan Respublikası Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının "Azərbaycan Respublikasında dissertasiyaların əsas nəticələrinin dərc olunması tövsiyə edilən nəşrlərin siyahısı"na daxil edilmişdir.

F O U N D E R : The Academy of the Ministry of Emergency Situations

The journal has been published since December 2021. The periodicity is 4 times a year. The journal was registered in the Ministry of Justice of the Republic of Azerbaijan. Registration № 4349, 07.07.2021. The journal`s included in the register of the Supreme Attestation Commission under the President of the Republic of Azerbaijan for "the list of recommended publications of the results of candidate and doctoral dissertations in the Republic of Azerbaijan".

У Ч Р Е Д И Т Е Л Ь : Академия Министерства по Чрезвычайным Ситуациям

Журнал издаётся с декабря 2021 года. Периодичность выхода журнала четыре раза в год. Журнал зарегистрирован в Министерстве Юстиции Азербайджанской Республики за номером № 4349 от 07.07.2021 года. Журнал включен в «Реестр Высшей Аттестационной Комиссии при Президенте Азербайджанской Республики для публикации результатов кандидатских и докторских работ» Высшей Атестационной Комиссии.

Redaksiya ünvanı:
Hövsan qəs. Elmar Qasımov küç.,
tel:+994125124181,
E-mail:
editor.academy@fhn.gov.az

Editorial address:
Hovsan settlement Elmar Gasimov str.,
tel:+994125124181,
E-mail:
editor.academy@fhn.gov.az

Адрес редакции:
пос.Говсаны, ул.Эльмара Гасымова.,
тел:+994125124181,
E-mail:
editor.academy@fhn.gov.az

© Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyası, 2025
© The Academy of the Ministry of Emergency Situations, 2025
© Академия Министерства По Чрезвычайным Ситуациям, 2025

Приветственная речь Генерального секретаря
Международной организации гражданской обороны
Эргюдж Келентерли

Уважаемые члены Научно-образовательного комитета, дамы и господа!

От имени Международной организации гражданской обороны рад приветствовать вас на нашем заседании в Баку. Прежде всего выражаю искреннюю благодарность Правительству Азербайджанской Республики и Министерству по чрезвычайным ситуациям за гостеприимство, отличную организацию и поддержку нашей общей миссии — защиты жизни и безопасности людей.

Наш Комитет — это мозговой центр МОГО, где наука встречается с практикой. Именно здесь принимаются решения, определяющие качество подготовки спасателей, уровень готовности служб гражданской защиты и, в конечном счёте, безопасность миллионов граждан.

Мир стремительно меняется: усиливаются климатические вызовы, техногенные риски и биологические угрозы. Вместе с тем наука и технологии предоставляют нам новые инструменты — дроны, спутниковый мониторинг, искусственный интеллект, VR-технологии. Наша задача — объединить эти возможности с практическими потребностями служб гражданской защиты.

В этой работе ключевыми остаются разработка единых стандартов подготовки, формирование исследовательской повестки, внедрение новых форматов обучения и механизмов реализации решений. Всё это должно быть направлено на то, чтобы знания превращались в готовность, а готовность в спасённые жизни. Хочу также отметить, что Секретариат МОГО подготовил подробные материалы по этим направлениям, которые будут представлены сегодня для обсуждения и выработки практических рекомендаций.

Уважаемы участники заседания!

Сила МОГО — в партнёрстве. Мы ценим вклад государств-членов, научных и образовательных центров, международных организаций и партнёров. Уверен, что сегодняшнее заседание станет шагом вперёд в развитии нашей общей научно-образовательной системы и принесёт конкретные результаты для наших стран-членов и их граждан.

Благодарю за внимание и желаю успешной и плодотворной работы Восьмого заседания Научно-образовательного комитета МОГО!

Приветственное слово Министра по чрезвычайным ситуациям Азербайджанской Республики генерал-полковника Кямаладдина Гейдарова

Уважаемые участники и гости Научно-образовательного комитета МОГО!

От имени Министерства по чрезвычайным ситуациям Азербайджанской Республики и лично от себя сердечно приветствую вас на столь значимой международной конференции, приуроченной к заседанию Научно-образовательного комитета Международной организации гражданской обороны.

Безусловно, деятельность Научно-образовательного комитета и организация международных научно-практических конференций играют ключевую роль в укреплении сотрудничества наших стран в области борьбы с чрезвычайными ситуациями. Как было отмечено в обращении Президента Азербайджана Ильхама Алиева к участникам 3-й внеочередной сессии Генеральной ассамблеи Международной организации гражданской обороны, состоявшейся в Баку 10 июля: *«Наша республика всегда придавала большое значение международному сотрудничеству в сфере гражданской обороны».*

В полной мере разделяя эту позицию, мы сегодня обсуждаем вопросы, которые имеют стратегическое значение — развитие автомобильной промышленности, внедрение инновационных технологий, совершенствование конструкций транспортных средств и систем безопасности. Всё это напрямую связано с эффективностью спасательных операций, снижением риска для спасателей и сохранением человеческих жизней.

Современные технологические решения и новые материалы предоставляют новые возможности для ускоренного и более результативного реагирования на чрезвычайные ситуации. При этом важно учитывать, что развитие транспортной отрасли и экологически чистых технологий требует от нас параллельного совершенствования методов

обеспечения безопасности, подготовки специалистов и проведения аварийно-спасательных работ.

Хочу отметить, что только за первые восемь месяцев текущего года в Азербайджан было импортировано более 37 тыс. автомобилей с гибридным двигателем. Этот показатель является наглядным свидетельством активного внедрения в нашей стране современных и экологически чистых технологий, что в свою очередь формирует новые задачи для системы гражданской защиты.

Я убеждён, что обсуждения и рекомендации, выработанные на этой конференции, внесут значимый вклад в развитие международного сотрудничества, в том числе в укрепление взаимодействия с Международной организацией гражданской обороны в сфере подготовки спасателей, обмена опытом и организации аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий.

Желаю всем участникам успешной, плодотворной работы, новых идей и практических решений, направленных на защиту человеческих жизней и укрепление глобальной безопасности!

Приветственное слово начальника
Академии МЧС Азербайджанской Республики
генерал-майора Баба Салаева

Уважаемые участники VIII заседания руководителей учреждений – членов Научно-образовательного комитета Международной организации гражданской обороны (МОГО). Мы искренне рады приветствовать Вас в стенах нашей Академии!

Азербайджан является членом МОГО с 11 марта 1993 года и высоко ценит её деятельность, направленную на укрепление государствами структур, обеспечивающих защиту и помощь населению, а также охрану собственности и окружающей среды перед лицом природных и техногенных катастроф.

За период деятельности Министерства по чрезвычайным ситуациям (МЧС) Азербайджанской Республики было заключено более 80 договоров о сотрудничестве с различными международными организациями, в том числе и из стран, входящих в МОГО.

Особую роль эффективного международного сотрудничества МЧС Азербайджанской Республики уделяет плановому проведению учений с участием международных спасательных служб.

Хочется отметить, что Академия МЧС Азербайджана заинтересована в продолжении сотрудничества с аффилированными членами Международной организации гражданской обороны, в сфере повышения квалификации преподавателей и специалистов в области борьбы с чрезвычайными ситуациями.

Академия располагает всем необходимым — как материально-техническими ресурсами, так и кадровым потенциалом — для организации курсов и программ обучения, ориентированных на предупреждение и устранение последствий чрезвычайных ситуаций. Более подробно с возможностями Академии мы Вас ознакомим в ходе нашего взаимодействия.

Желаю всем участникам заседания плодотворный работы и новых достижений в области гражданской обороны!

MÜNDƏRİCAT

С.А.Качанов; В.Л. Грачев

Методы повышения качества реагирования на дорожно - транспортные происшествия с участием электротранспорта.....11

С.А.Качанов; Ю.В.Капральный

Обеспечение безопасности электромобилей на автодорожных развязках туннельного типа.....18

А.Н.Батуро

Особенности установления причины пожара в электромобилях.....33

А.А.Мельник; В.А.Андреев

Вопросы обеспечения пожарной безопасности литий-ионных аккумуляторов и тяговых батарей дорожных транспортных средств.....40

Е.В.Горячева

Особенности проведения аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий с участием электромобилей.....47

Ə.H.Hüseynov

Qəza-xilasetmə və yanğınsöndürmə əməliyyatının keçirildiyi yol-nəqliyyat hadisəsi yerinə baxışın xüsusiyyətləri.....57

İ.Qasımov

Minik avtomobillərinin konstruksiyalarında dəyişikliklər, baş vermiş qəzaların aradan qaldırılması zaman aşkar olunmuş problemlər və onların həlli yolları.....67

A.C.Şərifov; S.M.Məcidov

Elektrik və hibrid avtomobillərində yanğınların baş vermə səbəbləri, onların söndürülməsinin effektiv üsulları.....74

N.İsmayılov

Elektromobillərdə litium-ion batareyaların istismar təhlükəsizliyinin təmini üzrə mövcud araşdırmaların təhlili.....81

C.Xudiyev

Avtomobil konstruksiyasında dövri dəyişikliklər və xilasetmə problemləri.....105

А.А. Капустин; А.В.Калач

Виртуальный тренажёр для отработки действий по спасению людей при пожарах.....111

Ж.Е. Жагупаров; К.К.Каирбеков

Повышение защищённости аварийно-спасательной техники: использование сетчатой

защиты от ударов мини дронов.....119
В.И.Сибирко; А.Г. Фирсов; О.В.Надточий; Ю.А.Матюшин
Статистические аспекты пожаров и их последствий на автотранспортных средствах в Российской Федерации.....132
А.Г.Фирсов; М.В.Загуменнова; Е.Н.Малёмина; Е.С.Преображенская
Особенности оперативной нагрузки на аварийно-спасательные подразделения по ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с дорожно-транспортными происшествиями.....139
А.Н.Блохин; Н.А.Гринкевич; М.Р.Мамедов
Применение вездеходной техники в качестве эффективного средства ликвидации последствий ЧП и ЧС в условиях сложного горного рельефа.....146
И.Ф. Зенкова
Из истории развития пожарной техники: первые пожарные автомобили.....155
Н.А.Филиппова; Н.А.Гринкевич; М.Р.Мамедов
Систематизация случаев самовозгорания электробусов в Российской Федерации и выработка методов противодействия данному явлению на примере города Москва.....162

MƏQALƏNİN TƏRTİBAT QAYDALARI..... 167

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РЕАГИРОВАНИЯ НА ДОРОЖНО - ТРАНСПОРТНЫЕ ПРОИСШЕСТВИЯ С УЧАСТИЕМ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

Качанов Сергей Алексеевич

Заместитель директора Российско-сербского гуманитарного центра, доктор технических наук, профессор
E-mail: skachanov@inbox.ru

Грачев Виталий Леонидович

Старший научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуациях МЧС России» (федеральный центр науки и высоких технологий)

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.

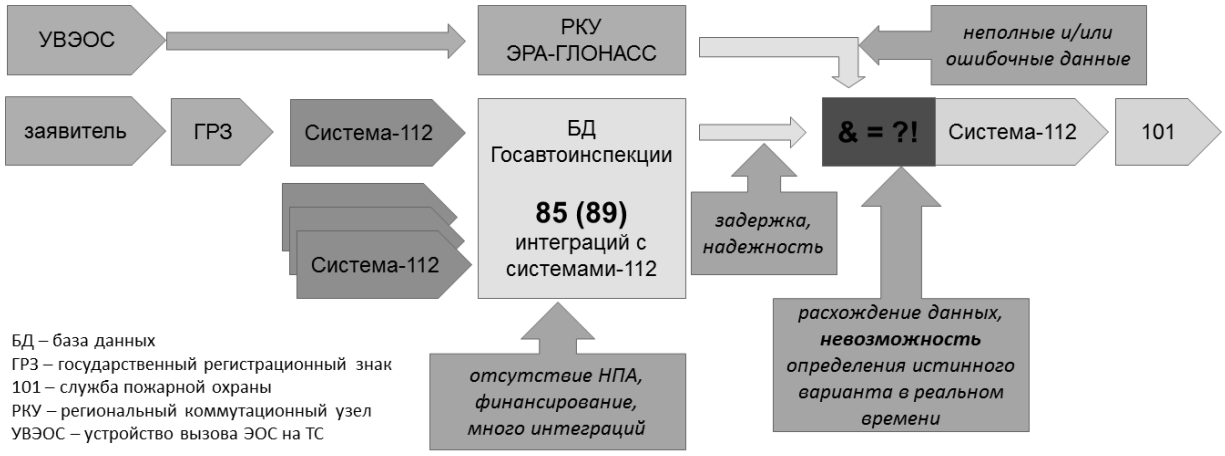


Рисунок 1 – Алгоритм варианта получения данных о типе двигателя транспортного средства прямым обращением региональной системы-112 к базе данных Госавтоинспекции

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.

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.

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 электромобиле, заранее полученные из базы данных Госавтоинспекции по государственному регистрационному знаку в качестве идентификатора, могут быть незамедлительно переданы по запросу в региональную систему-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.

ЛИТЕРАТУРА

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».

УДК 614.8

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ НА АВТОДОРОЖНЫХ РАЗВЯЗКАХ ТУННЕЛЬНОГО ТИПА

Качанов Сергей Алексеевич[1]; Капральный Юрий Викторович[2]

[1] Российско-сербский гуманитарный центр, Ниш, Республика Сербия

[2] ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), Москва, Россия

[1] skachanov@inbox.ru

[2] kapralniy@mail.ru

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 гибевозникновения 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., C.M. 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 туннельного 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 туннельного 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.

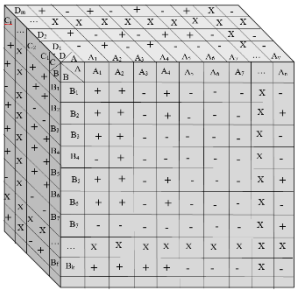


Рис. 1. Трехмерная модель защищенности автодорожной развязки туннельного типа

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:

$$R = \sum_{n=1}^{n} P_{aj} * P_{dj} \qquad (1)$$

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).

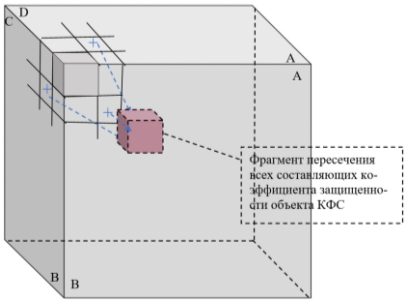


Рис. 2. Фрагмент трехмерной модели

Фрагмент трехмерной модели, позволяющий провести анализ взаимного влияния угроз, мер безопасности, элементов защиты и ущерба

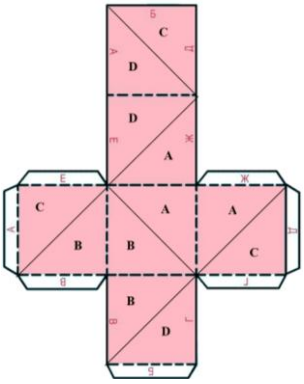


Рис.3. Фрагмент трехмерной модели защищённости автодорожных развязок туннельного типа, разложенный на плоскости

Проведя анализ (Рис. 3) можно заметить, что:

А – при воздействии угрозы на элементы защиты туннеля возникает причиненный ими ущерб.

В – существующие меры безопасности в определенной мере противодействуют угрозам и уменьшают ущерб от ЧС.

С - элементы защиты могут пострадать в результате ЧС если отсутствуют меры безопасности.

Д – 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:

$К_1$ – 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:

$$B_1 = K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_{пред.} + K_{прес.} + K_{ликв.посл.} \qquad (4)$$

Таким образом, можно определить коэффициент уязвимости транспортной развязки туннельного типа - $K_{уязв}$:

$$K_{уязв} = \frac{R = \sum_{n=1}^{n} P_a * P_d}{\sum_{k=1}^{k} \left(K_1 B_1 \alpha_{1ij} + K_2 B_2 \alpha_{2ij} + K_3 B_3 \alpha_{3ij} + K_4 B_4 \alpha_{4ij} + \ldots + K_y B_n \alpha_{kij} \right)} \qquad (5)$$

где: $KB_1\alpha_{1ij}$ - 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 дорожно-го 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	Получе-ние менее тяжких телесных поврежде-	0,6	Эвакуация пострадавших	0,9	Через аварийные выходы

					ний				
				0,3	Стресс	0,3	Эвакуация автотранспорта	0,4	
2.	Автотранспорт	0,5	Пожар в результате ДТП	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 дрогой 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	Участни-ки дорожно-го движения	1	Взрыв и пожар в тоннеле (теракт)	0,3	Гибель участников дорожно-го движения в результате теракта	1	Применение пожаротушения. Вызов полиции. Вызов «Скорой помощи»	0,6	
				0,8	Получе-ние	0.8	Эвакуация	0,5	Через

					тяжких телесных повреждений		пострадавших		аварийные выходы
				0,4	Получение менее тяжких 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	Опоры тоннеля	0,8	Взрыв и пожар в тоннеле (теракт)	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

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.

Аннотация. Во всех странах мира развивается новое направление работ по комплексной автоматизации функций контроля и управления системами безопасности и жизнеобеспечения критически-важных объектов инфраструктуры (далее – КВОИ) к которым относятся и автомобильные развязки туннельного типа. Анализ причин возникновения аварий на КВОИ показал, что они во многом обусловлены тем, что при проведении оценки их уязвимости (угроз) были учтены не все факторы способствующие возникновению чрезвычайных ситуаций (ЧС) и, соответственно разработаны не в полном объеме мероприятия по снижению риска возникновения ЧС.

Таким образом, разработка модели оценки уязвимости автодорожных развязок туннельного типа является актуальной задачей.

Для достижения поставленной цели в работе рассмотрены основные причины возникновения ЧС на автомобильных развязках туннельного типа и на их основе с использованием методов системного анализа и теории эксперимента разработана и апробирована трехмерная модель, позволяющая путем экспертных оценок определить подверженность туннелей различным видам угроз.

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

Abstract. A new direction in the comprehensive automation of safety and life-support system control functions for critical infrastructure, including tunnel-

type road interchanges, is being developed worldwide. An analysis of the causes of failures in critical infrastructure has revealed that many are largely due to the fact that vulnerability (threat) assessments did not take into account all the factors contributing to the occurrence of emergencies (EEs). Consequently, the measures developed to reduce the risk of such emergencies were not fully comprehensive.

Thus, the development of a model for assessing the vulnerability of tunnel-type road junctions is an urgent task.

To achieve this goal, the work examines the main causes of emergencies at tunnel-type road junctions and, based on them, using methods of system analysis and experimental theory, a three-dimensional model has been developed and tested, which allows, through expert assessments, to determine the susceptibility of tunnels to various types of threats.

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

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 тоннельного 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».

ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВЛЕНИЯ ПРИЧИНЫ ПОЖАРА В ЭЛЕКТРОМОБИЛЯХ

И.Ю. Сергеев, А.Н. Батуро, А.С. Горбунов

ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

E-mail: baturo.lesha@yandex.ru

По данным агентства «Автостат», на 1 января 2025 года в Российской Федерации было зарегистрировано 59,6 тысяч электромобилей. Хотя их число продолжает расти, электрокары пока составляют лишь 0,12% от общего количества легковых автомобилей [1].

Треть всех электромобилей в стране принадлежит японскому бренду Nissan — это 16,7 тысяч машин. На втором месте оказался китайский Zeekr с 11,2 тысячами автомобилей и долей рынка в 19%. Американская Tesla, ранее занимавшая вторую строчку, теперь на третьем месте с 6,7 тысячами электрокаров. Далее идут немецкий Volkswagen и отечественный Evolute. Среди других популярных брендов можно выделить «Москвич», BMW, Audi, Porsche и BYD, у которых парк насчитывает более тысячи экземпляров. Лидером по количеству электромобилей является Москва, за ней следуют Приморский край и Иркутская область, что связано с близостью к Японии [1].

Небольшое количество электрокаров в общем автопарке России объясняется недостаточным количеством зарядных станций, большими расстояниями между городами и низкими температурами, при которых батареи работают неэффективно.

Например, в Nissan Leaf используются два типа батарей: 12-вольтовая

для питания систем автомобиля (аудиосистемы, фар, стеклоочистителей) и высоковольтная для работы электродвигателя, системы подогрева и компрессора кондиционера, а также для зарядки 12-вольтовой батареи.

Одним из ключевых компонентов электромотора является модуль PDM (Power Delivery Module), который служит для передачи электроэнергии от зарядного порта к высоковольтной батарее. Это устройство обеспечивает работу двух систем энергоснабжения автомобиля: высоковольтной и низковольтной.

Для повышения безопасности эксплуатации предусмотрены защитные системы, которые предотвращают аварийные режимы работы электрических сетей и оборудования, а также аварийные отключения. Однако в процессе использования владельцы часто вносят изменения в конструкцию автомобиля, чтобы упростить зарядку аккумулятора и увеличить запас хода.

Анализ бортовых журналов владельцев электромобилей Nissan Leaf показал [3], что наиболее распространенными изменениями, которые могут привести к пожару, являются модификации конструкции автомобиля. Для увеличения запаса хода автовладельцы переупаковывают высоковольтные батареи или устанавливают дополнительные блоки. Ошибки при монтаже, такие как нарушение контактов, механические повреждения или неправильные расчеты электросети, а также использование некачественных аккумуляторов, могут стать причиной возгорания.

В холодное время года запас хода автомобиля уменьшается не только из-за использования обогрева, но и вследствие снижения ёмкости аккумулятора. При низких температурах химические реакции в батарее замедляются, что приводит к уменьшению её способности накапливать и отдавать энергию. Это, в свою очередь, влияет на время работы основных систем автомобиля и может сократить расстояние, которое машина может преодолеть без дополнительной подзарядки.

Чтобы компенсировать уменьшение запаса хода, владельцы

автомобилей устанавливают различные дополнительные устройства. Например, автономные отопители, работающие на топливе, помогают поддерживать комфортную температуру в салоне без чрезмерной нагрузки на основной аккумулятор. Также используются дополнительные подогреватели для батарей, которые оснащены греющими кабелями. Эти устройства помогают ускорить прогрев аккумулятора и улучшить его работу в холодных условиях.

Однако установка такого оборудования увеличивает риск возникновения пожара. Автономные отопители и подогреватели работают в условиях, которые могут быть нестабильными и привести к перегреву. Кроме того, использование топлива и электроэнергии для питания этих устройств создаёт дополнительные нагрузки на электрическую систему автомобиля, что также может повысить риск возникновения неисправностей и, как следствие, возгорания.

Поэтому при установке дополнительного оборудования важно соблюдать все технические рекомендации производителя и обеспечивать правильное обслуживание и регулярную проверку систем. Это поможет минимизировать риски и обеспечить безопасность при эксплуатации автомобиля в холодное время года.

Особое внимание следует уделить зарядному устройству и внешней электросети при эксплуатации электромобилей. Чаще всего пожары в таких автомобилях происходят при зарядке батареи. Это связано с рядом факторов, включая неправильное подключение и использование зарядных устройств, а также несоответствие электрической сети требуемым характеристикам.

Многие владельцы в России приобретают электромобили из Японии, где стандарт розетки отличается от российского. В таких случаях они самостоятельно переделывают вилку, заменяя термодатчик на электросопротивление. Это может привести к неправильной работе зарядного устройства и повышенному риску возгорания.

Зарядный блок требует заземления в электросети. Однако в гаражных кооперативах и частных домах заземление может отсутствовать. В таких случаях владельцы могут подключать заземление к нулевому проводнику, что является нарушением техники безопасности. Кроме того, они могут использовать более мощные зарядные устройства, чем предусмотрено для данной электрической сети. Это увеличивает риск возгорания из-за несоответствия токовых характеристик.

Для безопасной зарядки электромобиля необходимо использовать зарядные устройства, соответствующие стандартам вашей страны, и убедиться, что электрическая сеть соответствует требованиям производителя зарядного устройства. Также важно соблюдать инструкции по эксплуатации и не вносить изменения в конструкцию зарядного блока.

Для определения причины возгорания необходимо выявить горючие материалы, окислитель и источник зажигания. В данном случае окислителем выступает кислород из воздуха. В электромобилях горючими веществами являются разнообразные полимеры, используемые как для изоляции проводов, так и для декоративных элементов.

Пожар в электромобиле может возникнуть из-за аварийных ситуаций в электрической системе, таких как сбои в низковольтной и высоковольтной частях, тепловой разгон аккумуляторов, проблемы во внешней электрической сети или воздействие внешних источников зажигания, включая поджоги и открытый огонь.

Для проверки версии о внешнем источнике возгорания следует провести анализ термических повреждений автомобиля, особенно на шинах, а также исследовать наличие признаков поджога и воздействия других внешних факторов.

Основные аварийные режимы работы электрической системы, приводящие к возгораниям, включают короткое замыкание, перегрузку и высокие переходные сопротивления. Эти ситуации оставляют характерные

следы, такие как оплавления и повреждения.

Пожарная опасность электромобилей, как указано в источниках [4, 5, 6], связана с тепловым разгоном и возгоранием литий-ионных аккумуляторов. Это может произойти из-за неправильной эксплуатации или дорожно-транспортных происшествий. Однако современные электромобили оснащены защитными системами, которые не всегда могут предотвратить возгорание.

Причина пожара определяется после нахождения очага возгорания. Часто автомобиль полностью уничтожается огнем, за исключением металлических частей. Для определения очага возгорания анализируют термические повреждения, включая инструментальные методы. Важно учитывать влияние горения аккумулятора на формирование очаговых признаков, а также учитывать воздухообмен и действия по тушению пожара.

Поскольку аккумуляторная высоковольтная батарея расположена в герметичном корпусе в нижней части машины, её целостность может не нарушиться при возгорании. Однако важно тщательно проверять состояние батареи, чтобы исключить её как потенциальный источник пожара.

Если возгорание произошло во время зарядки, нужно внимательно осмотреть внешнюю электрическую сеть. Это включает проверку на наличие аварийных режимов работы, состояние защитных устройств и способ их подключения.

Для более точного анализа рекомендуется привлекать как автотехнических, так и пожарно-технических экспертов. Автотехнические специалисты определят модель электромобиля, его комплектацию и наличие изменений в конструкции, а пожарно-технические эксперты установят очаг и причину возгорания.

Таким образом, при расследовании причин пожара в электромобилях необходимо учитывать специфические особенности. В Сибирской пожарно-спасательной академии МЧС России разрабатываются методические

рекомендации для экспертов и специалистов, которые помогут эффективно устанавливать причины таких пожаров.

Аннотация: В статье рассматриваются особенности установления причин возникновения пожаров в электромобилях. Проанализированы статистические данные о парке электромобилей в России и распространенные практики их эксплуатации, в частности модификации владельцами конструкций автомобилей и зарядных устройств для увеличения запаса хода и адаптации к местным условиям. Выявлены основные риски возникновения пожара, связанные с переупаковкой высоковольтных батарей, использованием нештатного оборудования (автономных отопителей, подогревателей), а также с нарушениями правил зарядки. Описаны характерные аварийные режимы работы электросистемы и методические подходы к определению очага и причины возгорания, включая необходимость совместной работы автотехнических и пожарно-технических экспертов.

Ключевые слова: электромобиль, пожар, причина пожара, литий-ионный аккумулятор, высоковольтная батарея, тепловой разгон, зарядное устройство, модификация конструкции, экспертиза, пожарная опасность.

Abstract: The article examines the specifics of determining the causes of fires in electric vehicles. It analyzes statistical data on the electric vehicle fleet in Russia and common owner practices, particularly modifications to the vehicle's design and charging equipment to increase range and adapt to local conditions. The main fire risks associated with repackaging high-voltage batteries, using non-standard equipment (autonomous heaters, battery warmers), and violations of charging rules are identified. Characteristic emergency modes of the electrical system and methodological approaches to determining the origin and cause of ignition are described, including the need for collaboration between automotive and fire-technical experts.

Keywords: electric vehicle, fire, cause of fire, lithium-ion battery, high-

voltage battery, thermal runaway, charging equipment, design modification, forensic investigation, fire hazard.

Список использованных источников

1. Отчет «Парк ТС в РФ на 01.01.2025 г.» аналитического агентства «Автостат» - Режим доступа: https://www.autostat.ru/research/0/0/523 (дата обращения 13.08.2025).

2. Электрическая схема Nissan Leaf - Режим доступа: https://schems.ru/transport/elektricheskaya-shema-nissan-leaf (дата обращения 13.08.2025).

3. Бортовые журналы Nissan Leaf - Режим доступа: https://www.drive2.ru/ (дата обращения 13.08.2025).

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.

ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ И ТЯГОВЫХ БАТАРЕЙ ДОРОЖНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

к.т.н., доцент Мельник А.А.
E-mail: melnik@igps.ru
к.т.н., с.н.с. Андреев В.А.
E-mail: vladan54@mail.ru
к.т.н. Ивахнюк С.Г.
E-mail: sgi78@mail.ru

Исследование закономерностей самовозгорания, горения и тушения систем накопления электрической энергии, в том числе, на основе литий-ионных аккумуляторов, а также выработка научно-обоснованных подходов к обеспечению их пожарной безопасности являются одними из основных направлений деятельности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (далее – Университет).

Практика расследования пожаров показывает, что аварийный режим работы ЛИАБ часто становится причиной возгорания как личного, так и общественного электротранспорта (электромобили, электробусы, троллейбусы с увеличенным автономным ходом и пр.), а также средств индивидуальной мобильности и их наиболее ярких представителей – электросамокатов [1].

Известно, что литий-ионные аккумуляторы имеют внутренний недостаток – с их легковоспламеняющимся электролитом на органической основе они могут подвергаться тепловому разгону, что приводит к

значительному тепловыделению, а в отдельных случаях к взрывной разгерметизации внешней оболочки аккумулятора и возникновению форса пламени, температура которого по некоторым оценкам превышает 1 000 ºС.

Возникающие тепловые эффекты неизбежно способствуют возникновению и развитию горения. При этом, в случае пожара, специфика условий эксплуатации ЛИАБ обуславливает высокую вероятность причинения значительного материального ущерба хозяйствующим субъектам, а также травмирования и гибели людей [2].

Начиная с 2022 года специалистами Научно-исследовательского института перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности (НИИПИ) Университета в коллаборации с ведущими российскими разработчиками и производителями ЛИАБ, а также систем обеспечивающих их безопасность (Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, национальная ассоциация производителей источников тока «РУСБАТ», ООО «Системы Автономной Энергии» (группа «ИТЭЛМА»), КБ «Энергия») проведены испытания нескольких типов серийных образцов с различными активными материалами, удельными энергетическими и мощностными характеристиками, а также типами конструктивного исполнения.

Целью исследований являлось изучение характера распространения теплового разгона серийных ЛИАБ при огневых испытаниях с определением температурных порогов их разгерметизации и возгорания, а также сравнительная оценка эффективности применения различных типов средств активной и конструктивной противопожарной защиты литий-ионных аккумуляторов и батарейных модулей при огневых испытаниях – штатных средств пожаротушения и теплоизолирующих материалов.

Объектами исследований стали единичные аккумуляторы, батарейный модули и тяговые батареи, в том числе, применяемые на подвижном составе общественного транспорта г. Санкт-Петербурга (рис. 1). Исследования

проводились по самостоятельно разработанным оригинальным программам испытаний, которые, в отличие от программ, предусмотренных действующими стандартами, включали в себя испытания, моделирующие чрезвычайные ситуации, имеющие риск возникновения на объектах общественного электротранспорта при различных циклах функционирования и обслуживания ЛИАБ.

Рисунок 1 – Тепловой разгон единичного аккумулятора в составе батарейного модуля

Анализ полученных НИИПИ Университета результатов исследований и испытаний позволил сформулировать следующие значимые положения:

пожарная опасность литий-ионных аккумуляторов существенно зависит от химического состава электролита и материала сепаратора, а батарей – от их конструкции, наличия средств активной и пассивной защиты;

терморазгон ЛИАБ приводит или к их самовозгоранию, или к выбросу горючих газов без воспламенения, но с образованием взрывоопасной газовоздушной смеси в замкнутых объемах;

наибольшую склонность к терморазгону и самовозгоранию проявляют полностью заряженные литий-ионные аккумуляторы, разряженные полностью или частично – существенно менее склонны к самовозгоранию;

при оценке пожарной опасности ЛИАБ необходимо учитывать наличие фонтанирующего горения с высокой температурой факела, что может приводить к быстрому зажиганию окружающих горючих материалов;

тушение единичного аккумулятора фактически невозможно ввиду наличия в выбрасываемой газовой среде горючего и окислителя, а также скоротечности выгорания литий-ионных аккумуляторов (15 – 30 сек);

тушение аккумуляторных модулей или батарей водой возможно, при ее применении прекращение горения достигается за счет охлаждения батареи (модуля) и предотвращения распространения горения на соседние аккумуляторы;

высокую эффективность показало тушение ЛИАБ тонкораспыленной водой;

при проектировании систем противопожарной защиты (АУП) помещений с обращением литий-ионных тяговых батарей целесообразно проводить комплекс специальных огневых испытаний в целях подтверждения эффективности и достаточности параметров водяной АУП для тушения конкретных батарей.

Помимо изучения условий возникновения возгораний батарей и формирования научно обоснованных подходов к обеспечению пожарной безопасности литий-ионных аккумуляторов НИИПИ Университета активно участвует в разработке новых методических подходов по их исследованию при производстве криминалистических экспертиз.

В настоящее время в пожарно-технической экспертизе отсутствуют экспертные методики, позволяющие доказывать причастность аварийного режима работы ЛИАБ к возникновению пожара и диагностировать сам факт теплового разгона. При этом выявление наличия или отсутствия его признаков по сохранившимся остаткам ЛИАБ является одной из ключевых проблем при расследовании и экспертизе пожаров.

На решении подобных задач была направлена выполненная в

Университете научно-исследовательская работа «Разработка научно обоснованных подходов к обеспечению пожарной безопасности литий-ионных аккумуляторов, используемых в различных электронных устройствах, изделиях бытового назначения и на электротранспорте».

В результате проведённых в ее рамках экспериментальных исследованиях на фрагментах разрушенного в результате теплового разгона литий-ионного аккумулятора обнаружены специфические образования в виде частиц шарообразной формы (рис. 2), которые, судя по химическому и фазовому составу, являются компонентами веществ, входящих в состав материалов катода [3].

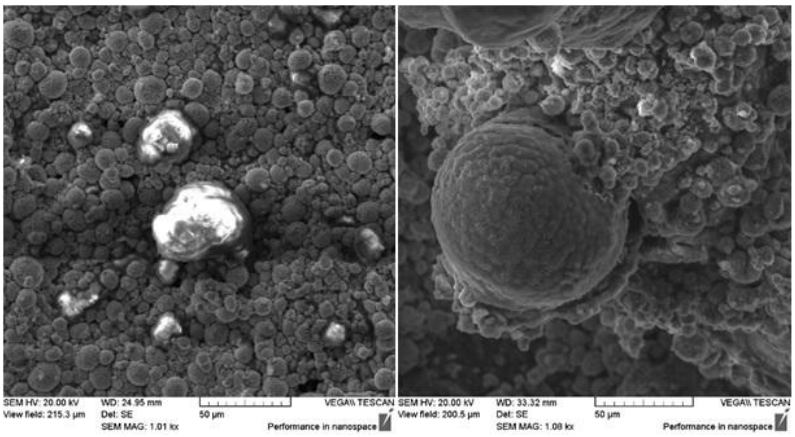


Рисунок 2 – Морфология поверхности медной фольги после теплового разгона литий-ионной батареи типа 18650

Полученные результаты дают основания предполагать, что обнаружена специфическая для теплового разгона следовая картина. Использование новых данных при проведении пожарно-технических экспертиз позволит установить факт работы ЛИАБ в аварийном режиме, что будет иметь существенное значение в вопросах определения причины пожаров.

Помимо указанного, изучаются возможности применения метода рентгенофазового анализа в отношении обнаруженных частиц в целях

определения типа литий-ионной батареи, разрушенной в результате теплового разгона, что также может иметь криминалистическую значимость при производстве экспертиз по фактам пожаров, связанных с возгоранием подобных объектов.

В развитие имеющихся наработок в настоящее время НИИПИ Университета выполняет научно-исследовательскую работу на тему «Разработка научно обоснованных подходов к оценке пожарной опасности литий-ионных аккумуляторов и аккумуляторных батарей, используемых в дорожных электротранспортных средствах» (НИР «Накопитель-ПБ»).

Основными ожидаемыми научными результатами указанной НИР являются:

методика оценки причастности ЛИАБ к возникновению и развитию горения на дорожных электротранспортных средствах;

научно обоснованные предложения по организации технического регулирования и оценке соответствия ЛИАБ требованиям пожарной безопасности.

Последние будут основываться на разработанной в рамках выполняемой НИР системе показателей и критериев пожарной опасности ЛИАБ, к которым уже на настоящем этапе можно отнести:

возможность самовозгорания единичной ячейки при терморазгоне;

способность конструкции батареи обеспечить локализацию возгорания в пределах одной ячейки;

время выгорания одной ячейки и скорость распространения горения между ячейками в батарее;

наличие, размерные характеристики и направление истечения струи газового фонтана при горении батареи;

возможность и безопасность тушения батареи водой;

возможность тушения батарейного модуля штатной системой пожаротушения объекта при самовозгорании в результате перезаряда двух

элементов;

возможность тушения батарейного модуля штатной системой пожаротушения объекта при возникновении внешнего источник горения (модельный очаг пожара класса В).

Университет на постоянной основе проводит работу по поиску возможных вариантов взаимодействия с научными организациями и учреждениями, а также хозяйствующими субъектами в целях объединения усилий по направлениям, связанным с обеспечением пожарной безопасности систем накопления электрической энергии. Все полученные Университетом значимые результаты исследований и испытаний по направлениям обеспечения пожарной безопасности литий-ионных аккумуляторов и тяговых батарей дорожных транспортных средств имеют значительный потенциал для внедрения в практическую деятельность и ложатся в основу проведения новых научных изысканий.

Список литературы

1. 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.

2. 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.

3. Мокряк, А. В. Оценка состояния остатков катода литий-ионных аккумуляторов после теплового разгона при экспертизе пожаров / А. В. Мокряк, А. А. Мельник // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2024. – Т. 13, № 1(65). – С. 127-134.

УДК 614.8

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ С УЧАСТИЕМ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Е.В. Горячева

Ведущий научный сотрудник научно-исследовательского отдела, к.психол.н.,
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России»
(федеральный центр науки и высоких технологий), Россия, г. Москва
E-mail: goryacheva@vniigoch.ru

Повышение безопасности дорожного движения является важной составляющей обеспечения национальной безопасности и социально-экономического развития Российской Федерации в рамках достижения национальных целей развития страны. Реализуемая государственная политика в области обеспечения безопасности дорожного движения, основанная на программно-целевом подходе и механизмах проектного управления, позволила добиться значительных успехов.

За период реализации Стратегии безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018-2024 годы, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 января 2018 г. № 1-р, удалось снизить количество дорожно-транспортных происшествий (далее – ДТП)

относительно 2017 года на 22,1% (с 169 432 до 132 037), число погибших граждан – на 24,5% (с 19 088 до 14 403), раненых – на 23,5% (с 215 374 до 164 754) (рисунок 1). Таким образом, за последние семь лет удалось потенциально предотвратить более 20 тыс. смертельных случаев.

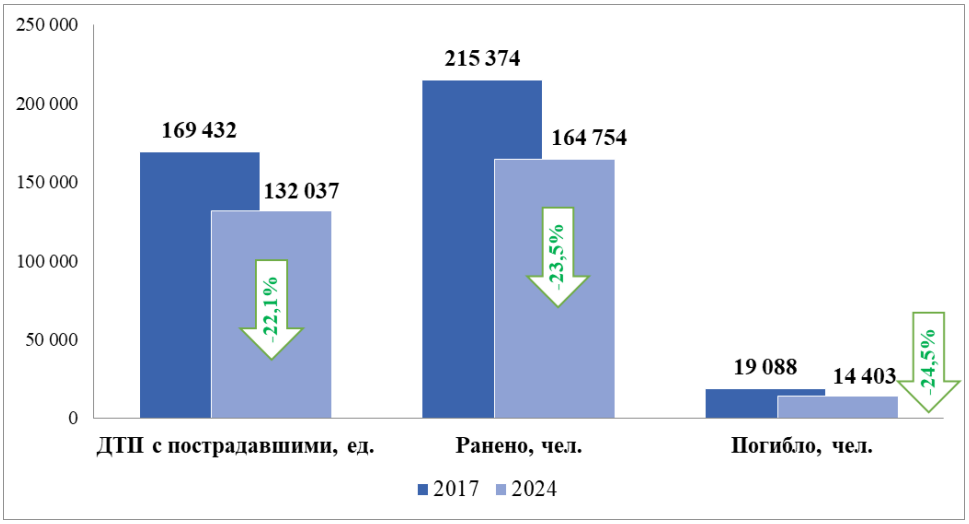


Рисунок 1 – Сравнение основных показателей аварийности на автомобильных дорогах
на территории Российской Федерации в 2017 и 2024 гг.

За последние 10 лет (2015-2024 гг.) на территории Российской Федерации произошло более 1,52 млн. автоаварий, в которых погибло более 171,8 тыс. человек, было ранено свыше 1,93 млн. человек [1]. За рассматриваемый период пожарно-спасательными подразделениями осуществлено более 1,1 млн. выездов на ДТП, на месте которых проведено более 1,65 млн. технологических операций (работ). Личным составом подразделений помощь оказана более 888,5 тыс. пострадавших, из них спасено более 342,4 тыс. граждан, деблокировано из аварийных транспортных средств (далее – ТС) более 103,5 тыс. человек, первая помощь оказана более 541,9 тыс. граждан [2].

Рост числа электромобилей и их конструктивные особенности требуют внедрения новых подходов к обеспечению безопасности участников

дорожного движения, совершенствованию технологий проведения аварийно-спасательных работ (далее – АСР) при ликвидации последствий ДТП,

методов оказания помощи пострадавшим и устранения вторичных поражающих факторов [3].

Конструктивные особенности электромобилей:

электрическая система высокого напряжения: наличие компонентов высокого напряжения электромобиля предъявляет обязательное соблюдение мер электробезопасности при проведении АСР из-за возможности поражения электрическим током; расположение и защита высоковольтных компонентов отличается в различных марках электромобилей, что может увеличить время на осмотр ТС, поиск и отключение аккумуляторной батареи при проведении АСР;

литий-ионная батарея: риски возгорания, взрыва и выделения токсичных газов при повреждении, а так же утечки электролита;

специальные системы пассивной безопасности: при различных видах ДТП может не сработать автоматическое отключение высоковольтной системы, что потребует ее ручного отключения; усиленная конструкция кузова; внешние подушки безопасности.

В соответствии с имеющимися прогнозами по развитию производства и использования электротранспортных средств в Российской Федерации, а также их конструктивными особенностями появилась необходимость разработки методических материалов, определяющих специфику и тактику применения сил подразделений МЧС России при ликвидации последствий ДТП с участием электромобилей.

В 2024 г. специалистами ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) были разработаны Единые методические рекомендации по организации деятельности территориальных органов и организаций (учреждений) МЧС России по

ликвидации последствий ДТП, в которых в том числе изложены особенности проведения АСР с ТС на электрическом приводе [4].

Особенности проведения АСР при ликвидации последствий ДТП с участием электромобилей:

1. Идентификация аварийного ТС с электродвигателем, например по (рисунок 2):

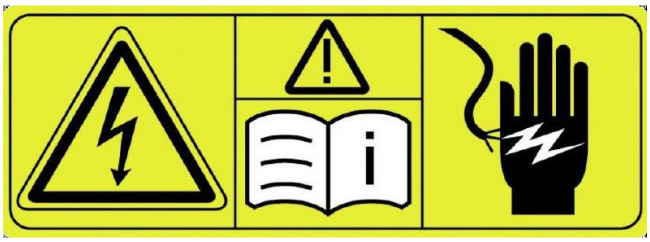
наличию цветовой маркировки и предупреждений о высоком напряжении;

наличию высоковольтных проводов оранжевого цвета;

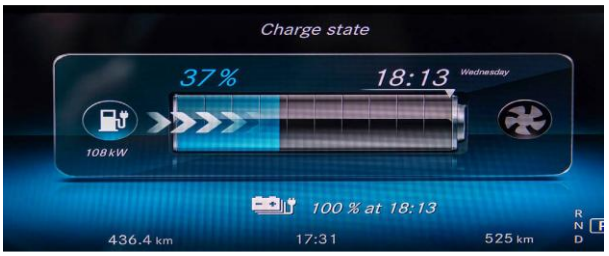
наличию розетки для зарядки;

обозначению типа ТС на эмблемах и наклейках на кузове ТС;

индикации на панели приборов.



а) б)



в) г)

Рисунок 2 – Идентификация аварийного ТС с электродвигателем:
а) предупреждающая наклейка, б) высоковольтные провода оранжевого цвета,
в) розетка для зарядки, г) индикация на панели приборов

В современных ТС с электроприводом высоковольтная бортовая сеть оснащена кабелями оранжевого цвета и изолирована от автомобиля и от бортовой сети на 12 В. При отсутствии повреждений она обеспечивает защиту от опасностей, связанных с электрическим током. Во избежание перегрузки кабеля высоковольтная бортовая сеть должна автоматически отключаться при коротком замыкании или при столкновении, одновременно сама высоковольтная аккумуляторная батарея остается заряженной.

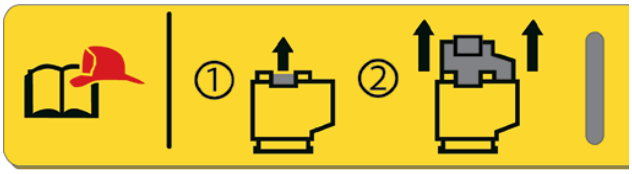
2. Устранение вторичных поражающих факторов (пожар, утечка электролита).

3. Ручное отключение высоковольтной бортовой сети (в случае не срабатывания аварийного обесточивания высоковольтной системы аварийного ТС) в зависимости от особенностей марки и модели ТС происходит следующим образом (рисунок 3):

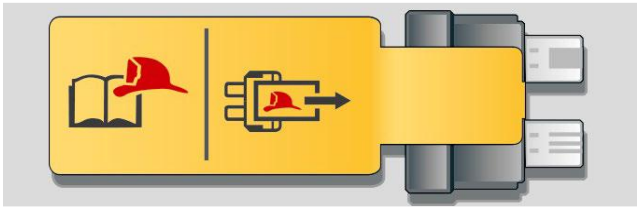
размыкание устройства отключения высоковольтного напряжения, расположенного под капотом, в салоне сбоку от приборной панели или в багажнике ТС и отмеченного специальным опознавательным знаком;

перекусывание специальной линии отключения высокого напряжения (дважды для исключения непроизвольного соприкосновения контактов), отмеченной специальным опознавательным знаком и находящейся под капотом, сбоку приборной панели или в багажнике ТС;

выдергивание плавких предохранителей (как правило желтого цвета) из блока предохранителей, которые отмечены специальным опознавательным знаком и находятся под капотом, сбоку приборной панели или в багажнике ТС (зависит от марки и модели ТС).



а) б)



в) г)

Рисунок 3 – Ручное отключение высоковольтной бортовой сети:

а) специальный опознавательный знак устройства отключения

высоковольтного напряжения,

б) линия отключения высокого напряжения под капотом, в) специальный опознавательный знак на предохранителе отключения высоковольтного напряжения,

г) блок предохранителей, расположенный сбоку приборной панели

После отключения высоковольтного напряжения некоторые компоненты и провода могут удерживать напряжение до 5 минут. Рекомендуется переходить к выполнению следующего действия по

истечении указанного времени, в целях исключения вероятности поражения электрическим током или срабатывания подушек безопасности.

4. Стабилизация аварийного ТС на электрическом приводе.

При проведении работ по стабилизации ТС на электрическом приводе необходимо исключить создание точек опоры с использованием тяговой аккумуляторной батареи в целях недопущения ее повреждения (рисунок 4).

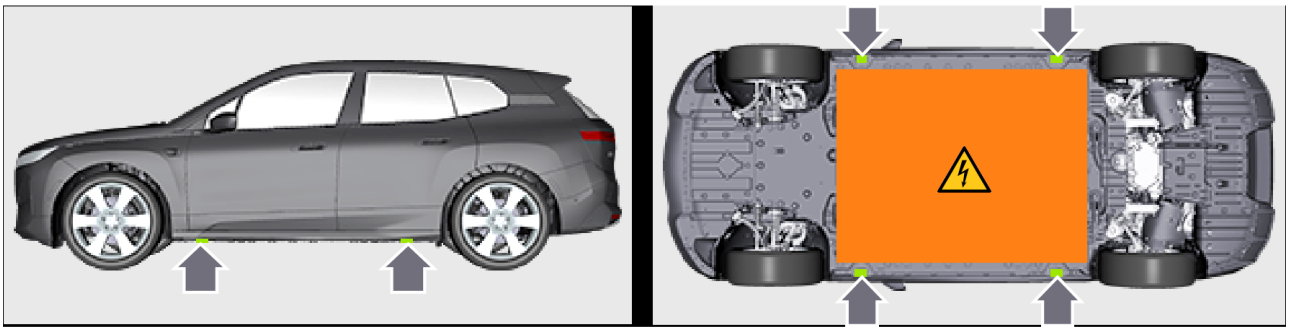


Рисунок 4 – Точки опоры при стабилизации аварийного ТС на электрическом приводе

5. Организация доступа к пострадавшим:

отключение аккумуляторной батареи;

удаление остекления;

установка блокиратора подушки безопасности;

демонтирование необходимых частей аварийного ТС.

В целях исключения возможности возгорания аварийного ТС, опасности короткого замыкания и неконтролируемого срабатывания подушек безопасности должна производиться работа по отключению аккумуляторной батареи.

При проведении вышеуказанных работ с ТС на электрическом приводе необходимо исключить повреждение тяговой аккумуляторной батареи, а также резку кузова в местах прохождения линий высокого напряжения.

6. Деблокирование пострадавших из аварийного ТС.

Таким образом, в качестве рекомендаций по совершенствованию технологий проведения АСР при ликвидации последствий ДТП с участием электромобилей предлагается объединить имеющиеся практики и:

усилить сотрудничество с производителями электромобилей, привлекая их экспертов к разработке нормативных документов, учебно-методических материалов и программ подготовки для сотрудников экстренных служб, акцентируя внимание на конструктивных особенностях электромобилей и особенностях проведения АСР;

обеспечить регулярное проведение учений и тренировок с участием всех заинтересованных экстренных служб, направленных на отработку межведомственного взаимодействия при реагировании и ликвидации последствий ДТП;

разработать единые подходы по определению требований к аварийно-спасательному инструменту и одежде спасателей, обеспечивающих максимальную эффективность и безопасность при проведении работ, связанных с возможным поражением электрическим током.

Реализация указанных мер позволит обеспечить повышение эффективности проведения аварийно-спасательных работ при ликвидации

последствий ДТП с участием электромобилей, минимизировать риски для спасателей и повысить шансы на спасение жизней пострадавших.

Аннотация. В статье рассмотрены основные показатели аварийности на автомобильных дорогах на территории Российской Федерации, конструктивные особенности электромобилей и особенности проведения аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий.

Ключевые слова: дорожно-транспортные происшествия, аварийно-спасательные работы, безопасность дорожного движения, МЧС России, электромобили.

Abstract. The article discusses the main indicators of accident rate on roads in the Russian Federation, design features of electric vehicles and features of emergency rescue operations in the elimination of the consequences of traffic accidents.

Key words: road accidents, emergency rescue operations, road safety, EMERCOM of Russia, electric vehicles.

Список источников

1. Официальный сайт Министерства внутренних дел Российской Федерации, [Электронный ресурс] Режим доступа: http://stat.gibdd.ru/ (Дата обращения 22.08.2025)

2. Федеральная государственная информационная система «Информационно-аналитическая система в области ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий». [Электронный ресурс] Режим доступа: http://abdtp.ru/ (Дата обращения 22.08.2025).

3. 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] / https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_393496/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/ (Дата обращения: 22.08.2025).

4. Единые методические рекомендации по организации деятельности территориальных органов и организаций (учреждений) МЧС России по ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий [Электронный ресурс] / URL: https://base.garant.ru/412342126/(Дата обращения: 22.08.2025).

QƏZA-XİLASETMƏ VƏ YANĞINSÖNDÜRMƏ ƏMƏLİYYATININ KEÇİRİLDİYİ YOL-NƏQLİYYAT HADİSƏSİ YERİNƏ BAXIŞIN XÜSUSİYYƏTLƏRİ

Ərşad Hüsü oğlu Hüseynov

Azərbaycan Respublikası Ədliyyə Nazirliyi
Məhkəmə Ekspertizası Mərkəzinin dissertantı,
"Digesta" hüququ mərkəzinin direktoru
E-mail: digesta69@mail.ru

Cinayət xarakterli yol-nəqliyyat hadisənin baş vermə mexanizminin və şəraitinin, iştirakçıların hadisədən əvvəlki və hadisə anında vəziyyətinin, onlardan hansının yol hərəkəti qaydalarından kənara çıxan davranışa yol verməsinin hadisə yerinə baxış zamanı əldə edilən sübutlar olmadan aydınlaşdırılması mümkün deyil. Yol-nəqliyyat hadisələrinin istintaqı prosesində hadisə yerinin müayinəsinin (yəni hadisə yerinə baxışın) əhəmiyyəti onun əvəzedilməz və təkrarolunmaz istintaq hərəkəti olmasından irəli gəlir (3, 19). Belə hadisə araşdırılarkən, xüsusən də ona düzgün hüquqi qiymət vermək üçün zəruri olan sübut əhəmiyyətli məlumatlardan qanunla müəyyən olunmuş qaydada və formada prosessual sübutlar yaradılarkən (2, 125) həm bütövlükdə cinayət əməllərinin əlamətlərinin əks olunma mexanizmi, həm də yol-nəqliyyat hadisəsinin ətraf aləmdə müvafiq informasiyanı qoymasının özünəməxsusluqları nəzərə alınmalıdır. Bütün bunları isə hadisə yerinə təxirə salınmadan baxış keçirmədən, oradakı hər şeyi tədqiq etmədən həyata keçirmək mümkün deyil.

Belə hadisələrin yerinə baxışı təxirəsalınmaz edən başqa bir özəllik bu hadisələrin çox vaxt intensiv hərəkət olan yolda baş verməsi, əksər izlərin qısa zaman ərzində itmə təhlükəsinin olmasıdır. Təcrübədə də hadisə yerinə baxışın

təxirəsalınmaz xarakteri aydın şəkildə qəbul olunmuşdur: əksər müstəntiq və təhqiqatçılar baxışı hadisə barədə məlumat aldıqdan dərhal sonra həyata keçirməyə çalışırlar.

Cinayət xarakterli yol-nəqliyyat hadisələrinin xarakterik əlaməti hadisə nəticəsində sağlamlığına az ağır və ya ağır zərər dəymiş, yaxud ölmüş şəxsin olmasıdır. Belə hadisələr, bir qayda olaraq, mexaniki nəqliyyat vasitələrinin iştirakı ilə (nadir istisnalar da mövcuddur) baş verdiyindən bəzi hallarda qəza-xilasetmə və yanğınsöndürmə tədbirlərinə də zərurət yaranır. Bu səbəbdən hadisə barədə məlumat alan müstəntiq və ya təhqiqatçı ilk olaraq hərəkət iştirakçılarına dəymiş zərərin xarakterini, zərərçəkmişlərin sayını, onlara ilk tibbi yardım göstərilib-göstərilmədiyini, təcili tibbi yardıma məlumat verilib-verilmədiyini aydınlaşdırmalıdır. Əgər hadisə barədə tibb müəssisələrinə məlumat verilməmişdirsə və zərərçəkmiş hadisə yerindədirsə, baxışa hazırlaşan müstəntiq və ya təhqiqatçı təxirə salmadan təcili tibbi yardıma məlumat verməlidir. Zərərçəkmiş şəxsin tibb müəssisəsinə yola salındığı məlum olduqda, müstəntiq onu aparmış nəqliyyat vasitəsi barədə zəruri məlumatları qeydə almalıdır.

Yol-nəqliyyat hadisəsi yerində yanğın baş vermişdirsə və ya baş verə bilərsə, yaxud başqa fövqəladə xarakterli halların (məsələn, xüsusi təhlükəli yük daşıyan nəqliyyat vasitəsinin qəzaya düşməsi, zərərçəkmiş şəxsin nəqliyyat vasitəsinin və ya yükün altında, yaxud avtomobildə sıxılmış vəziyyətdə qalması və s.) mövcudluğu səbəbindən qəza-xilasetmə tədbirlərinə ehtiyaca varsa, müstəntiq və ya təhqiqatçı dərhal FHN-in qaynar xəttinə məlumat verilməsini də təmin etməlidir. Müstəntiq istər hadisə yerinə gələnədək, istərsə də hadisə yerində zərərçəkmiş şəxslərə yardım edilməsi, baş verə biləcək fövqəladə hadisələrin qarşısının alınması üçün tədbirlər görülməsi məqsədilə hadisə yerində olan şəxslərə də bilavasitə göstəriş və tövsiyyələr verə bilər.

Hadisə yerinə baxış mövcud əlçatımlı obyektin (yəni hadisə yerinin) təxirə salınmadan tədqiq olunması zərurətindən irəli gəlir (6, 456). Ona görə də hadisə yerinin qorunub saxlanmadığı təqdirdə həmin yerə baxışın nəticəsi olaraq iş üçün

əhəmiyyəti olan vacib sübutları əldə etmək mümkün olmayacaq.

Təcrübədən məlumdur ki, bir sıra hallarda təcili və təxirəsalınmaz tibbi yardım briqadası, bəzən hətta qəza-xilasetmə və yanğınsöndürmə xidmətləri yol-nəqliyyat hadisəsi yerinə əməliyyat qrupundan əvvəl gəlir. Onlar hadisə yerində öz funksional təyinatlarına aid işləri yerinə yetirərkən hadisəyə düzgün hüquqi qiymət verilməsi üçün çox mühüm əhəmiyyət daşıyan informasiya daşıyıcılarının dəyişməsinə, bəzən hətta müəyyən izlərin tam məhv olmasına gətirib çıxaran hərəkətlər etməyə məcbur olurlar. İnsan həyatını xilas etmək və fövqəladə hadisələrin qarşısını alamaq zərurəti daha önəmli olduğundan bu işləri icra edənlər hadisə yerində dəyişiklik etməyə məcburdurlar. Yol-nəqliyyat hadisəsinin zərərli nəticələrini azaltmaq kimi çox faydalı məqsədlə edilən belə hərəkətlər ibtidai istintaqın hadisənin obyektiv, qanunauyğun və qısa zamanda araşdırmaq kimi marağına toxunur. Hesab edirik ki, müəyyən qanunvericilik və təşkilati-təcrübi tədbirlərlə bu problemin aradan qaldırmaq olar.

YHQ-nin 37-ci maddəsinin IV hissəsinin 3-cü bəndi mexaniki nəqliyyat vasitəsinin sürücüsünə hadisə yerindəki vəziyyəti dəyişməyin qaçılmaz olduğu hallarda orada olan vəziyyəti qeydə almaqla nəqliyyat vasitəsini yerindən tərpətməyə, hadisə yerində vəziyyəti dəyişməyə yönələn digər hərəkətlər etməyə icazə verir. Hesab edirik ki, belə bir norma həm də hadisə yerinə gələn təcili və təxirəsalınmaz tibbi yardım briqadasının, habelə qəza-xilasetmə və yanğınsöndürmə xidmətlərinin əməkdaşlarına şamil edilməlidir. Bunun üçün YHQ-nin 37-ci maddəsinə aşağıdakı məzmunda IV-I hissə əlavə edilməlidir:

“IV-I. Təcili və təxirəsalınmaz tibbi yardım və ya qəza-xilasetmə və yanğınsöndürmə xidmətlərinin əməkdaşları yol-nəqliyyat hadisəsi yerinə müvafiq icra hakimiyyəti orqanının müəyyən etdiyi orqanın (qurumun) əməkdaşlarından əvvəl gəldikdə həmin xidmətlərin əməkdaşlarından biri xüsusi texniki vasitələrin köməyi ilə və ya başqa mümkün üsullarla hadisə yerinin ümumi vəziyyətini, zərərçəkmiş şəxsin olduğu vəziyyəti, habelə öz xidməti vəzifələrinin icrası zamanı dəyişdirməli olduqları hadisəyə aid istənilən əşya və ya izi əvvəlcədən qeydə

almalıdır. Qeydə alınmış bütün məlumatlar (videoyazı) müvafiq icra hakimiyyəti orqanının müəyyən etdiyi orqanın (qurumun) əməkdaşlarına təhvil verilməlidir.”

Bu normada orqan (qurum) olaraq təhqiqat və istintaq orqanları nəzərdə tutulmalı və təcili və təxirəsalınmaz tibbi yardım, yaxud qəza-xilasetmə və yanğınsöndürmə xidmətlərinin əməkdaşları hadisə yerinə ilk gələrkən qeydə aldıqları fotoşəkilləri, videoyazıları, yaxud hadisə yerində işarələdikləri yerləri hadisəni araşdıran təhqiqatçı və ya müstəntiqə, yaxud əməliyyat qrupunun digər üzvünə təqdim etməlidirlər.

Təklif olunan normanın təcrübədə tətbiqi də hər hansı xüsusi çətinlik törətməyəcək. Əvvəla, belə faydalı təcrübə dünyanın müxtəlif ölkələrində çoxdandır ki, tətbiq edilir (5, 84-92). Hadisə yerinə ilk olaraq gələn təxirəsalınmaz xidmətlərin bir neçə əməkdaşı olur və onlardan birinə, xüsusən bəzən bu xidmətlərin funksional təyinatına aid işlərin icrasında birbaşa iştirak etməyən sürücüyə xüsusi təlim keçməklə və onu müvafiq texniki vasitələrlə, xüsusən də yaxalığa taxılan videokamera ilə təchiz etməklə bu normanı asanlıqla və uğurlu surətdə icra etmək olar. Həmin şəxs hadisə yerinə gəldikdən sonra yaxalığa taxılan videokamera ilə hadisə yrini və təxirəsalınmaz işin icrası prosesini asanlıqla qeydə ala bilər. O belə qeydə almanı öz işinin icrasından ayrılmadan da həyata keçirə bilər.

Kriminalistik əhəmiyyət kəsb edən məlumatlar cinayətlərin açılmasında və istintaqında əvəzsiz rol oynadığından (4, 64) cinayət xarakterli yol-nəqliyyat hadisəsi yerinə baxışın əsas məqsədi hadisə yerində olan informasıya daşıyıcılarını imkan daxilində tam həcmdə aşkar edərək araşdırmaq və cinayət-prosessual qanunvericiliyə uyğun olaraq rəsmiləşdirməkdir. Bunun üçün hadisə yerinin qorunub saxlanması vacibdir. Lakin hadisə yerinə baxış zamanı təhlükəsizliyin təmini də ikinci plana keçməməlidir. Baş vermiş yol-nəqliyyat hadisəsi nəticəsində qəza-xilasetmə və (və ya) yanğınsöndürmə tədbirlərinə də ehtiyac yarandığı halda hadisə yerində təhlükəsizliyin təmini daha ciddi xarakter alır.

Yol-nəqliyyat hadisəsi yerində təhlükəsizliyin təmini ham orada öz funksional

vəzifəsini icra edən şəxslərin həyat və sağlamlığını mümkün təhlükələrdən qorumağı, həm də hadisənin zərərli nəticələrinin artmsının qarşısını almağı, o cümlədən fövqəladə hadisələrin (yanğın, partlayış və s.) yaranmasına yol verməməyi ehtiva edir.

Hadisə yerinin qorunub saxlanmasının və orada təhlükəsizliyin təmin edilməsi üçün iki məqama xüsusi diqqət yetirilməlidir. Birincisi, təhqiqat və istintaq orqanı yol-nəqliyyat hadisəsi barədə məlumat aldıqdan sonra səlahiyyətli şəxs ən qısa zamanda hadisə yerinə getməyə və baxışı həyata keçirməyə çalışmalıdır. Belə olduqda zəruri mühafizə və təhlükəsizlik tədbirləri bilavsitə həmin səlahiyyətli şəxsin nəzarəti altında icra ediləcək və buna paralel olaraq baxış da yerinə yetiriləcək.

Hadisə yerinə baxışa hazırlıq və bu prosessual hərəkətin icrası zamanı diqqət edilməli olan ikinci məqam isə həmin yerin kənar şəxslərdən qorunması və baxış prosesinin digər şəxslərlə əlaqəli formada düzgün idarə edilməsidir. Bir qayda oalaraq, hadisə yerinə ilk olaraq dövlət yol polisinin və polisin digər xidmətlərinin əməkdaşları gəlirlər. Təhqiatçı və ya müstəntiq özü hadisə yerinə gələnədək həmin şəxslərlə əlaqə yaratmalı və oranın mühafizəsi və təhlükəsizliyin təmini üzrə tədbirlər görməsi barədə onlara tapşırıq verməlidir. O həmin səlahiyyətli şəxslərə hadisə yerinin qorunub saxlanması üzrə zəruri təlimat verməli, hadisə yerinin texniki vasitələrlə (xüsusi lentlərlə, nişanlarla və s.) təcrid olunması qayğısına qalmalı, hadisə yerinə gələnədək orada işləyən şəxslərin (o cümlədən təcili və təxirəsalınmaz tibbi yardım, qəza-xilasetmə və yanğınsöndürmə xidmətləri əməkdaşlarının) təhlükəsiz işləməsi qayğısına qalmalıdır. Bundan sonra təhqiatçı və ya müstəntiq hadisəsinin xüsusatlarını aydınlaşdırmağa çalışmalı, hadisə yerinin vəziyyətinin, hadisədə iştirak edən nəqliyyat vasitələrinin və zərərçəkmiş şəxslərin yerinin dəyişib-dəyişmədiyini dəqiqləşdirməli və əldə etdiyi məlumatlar əsasında baxışın keçiriləcəyi sahənin hüdudlarını, onun keçirilmə qaydasını və müayinə edilməli olan obyektləri müəyyən etməlidir (7, 12).

Hadisə yerinə baxışın icrası prosesində təhqiatçı və ya müstəntiq təcili və

təxirəsalınmaz tibbi yardım, qəza-xilasetmə və yanğınsöndürmə xidmətləri əməkdaşlarının öz vəzifələrini yerinə yetirməsinə hər hansı maneçilik törətmədən cinayət-prosessual qanunvericiliyin tələblərinə uyğun olaraq müayinə aparmalı, mümkün olan və iş üçün əhəmiyyəti olan bütün məlumat daşıyıcılarını toplamağa, qeyd etməyə və rəsmiləşdirməyə çalışmalıdır. Bu zaman təcili və təxirəsalınmaz xidmətlərin əməkdaşları tərəfindən edilən dəyişikliklər də qeydə alınmalıdır. Həmin xidmətlərin əməkdaşları tərifindən öz peşə vəzifələrini yerinə yetirərkən götürdükləri maddi əşyalar və başqa dəlillər onlardan təhvil alınaraq taplanmış digər materiallara əlavə edilməlidir. Bu fəaliyyətlətin gedişində zəruri təhlükəsizlik tədbirləri hadisə yerində bütün işlər yekunlaşana qədər davam etdirilməlidir.

Beləliklə, cinayət xarakterli yol-nəqliyyat hadisələrinin hərtərəfli və obyektiv araşdırılmasında müstəsna əhəmiyyəti olan hadisə yerinə baxış həm də müvafiq təhlükəsizlik tədbirləri görülməklə vaxtında və uğurla icra oluna bilər. Zəruri təhlükəsizlik tədbirləri olmadan, xaotik icra edilən baxış nəinki iş üçün əhəmiyyəti olan izlərin itirilməsinə və ya diqqətdən kənarda qalmasına, eləcə də hadisə yerində yeni gözlənilməz problemlərin meydana gəlməsinə, baxışda iştirak edən şəxslərin həyat və sağlamlığı üçün risklərin yaranmasına, əmlaka ziyan dəyməsinə, baş vermiş hadisəyə ədalətli hüquqi qiymət verilməsinin çətinləşməsinə gətirib çıxara bilər.

Xülasə. Bu məqalədə cinayət xarakterli yol-nəqliyyat hadisələrinin ibtidai araşdırılması zamanı əsas prosessual hərəkətlərdən birinin - hadisə yerinə baxışın bəzi məqamları nəzərdən keçirilir. Təcrübədə cinayət xarakterli yol-nəqliyyat hadisəsi zamanı əksər hallarda yaralılara yerində təcili və təxirəsalınmaz tibbi yardım göstərilməsi, bəzən isə qəza-xilasetmə və yanğınsöndürmə əməliyyatının da keçirilməsi zərurəti yaranır. Belə spesifik şəraitdə hadisə yerinə baxışa hazırlıq və onun icrası daha diqqətli yanaşma tələb edir. Həmin hərəkəti icra edən təhqiqatçı və ya müstəntiq hadisə yerinin mühafizəsini, orada təhlükəsizliyin təmin edilməsini yaranmış şəraitə uyğun yerinə yetirməlidir.

Baxışa hazırlıq mərhələsindən başlayaraq həm hadisə yerində olan vəziyyətin

qorunub saxlanmasına, həm də fövqəladə hadislərin meydana çıxmamasına yönələn tədbirlər görülməlidir.

Təcili və təxirəsalınmaz xidmətlərin əməkdaşları öz funksional təyinatlarına aid işləri yerinə yetirərkən hadisə yerində dəyişiklik etməyə məcbur olurlar. İnsan həyatını xilas etmək və fövqəladə hadisələrin qarşısını alamaq zərurətindən irəli gələn bu işlər zamanı da sübutların maksimum dərəcədə qorunub saxlanması və toplanması mümkündür. Bunun üçün bəzi qanunvericilik və təşkilati tədbirlər zəruridir.

Müəllif yol-nəqliyyat hadisəsinin baş verdiyi yerin təhlükəsizliyinin təmin edilməsinə xüsusi önəm verir. O, baxışdan əvvəl hadisə yerində dəyişikliklərin qaçılmaz olduğu hallarda hadisə yerinin qeydə alınması üçün konkret qanunvericilik və təşkilati təkliflər irəli sürür.

Açar sözlər: yol-nəqliyyat hadisəsi yeri; hadisə yerinə baxış; hadisə yerində təcili və təxirəsalınmaz tibbi yardım; hadisə yerində qəza-xilasetmə işləri; hadisə yerində yanğınsöndürmə işləri;; yol-nəqliyyat hadisəsi yerinin mühafizəsi; hadisə yerində təhlükəsizliyinin təmini.

Summary. This article examines certain aspects of one of the main procedural actions carried out during the preliminary investigation of road traffic accidents of a criminal nature — the examination of the accident scene. In practice, during criminal traffic accidents, it is often necessary to provide emergency and urgent medical assistance to the injured persons at the scene, and in some cases, to conduct rescue and firefighting operations. Under such specific circumstances, the preparation for and execution of the scene examination require a more meticulous and careful approach. The investigator or inquiry officer performing this action must ensure the protection of the accident scene and the maintenance of safety in accordance with the existing situation.

From the preparatory stage of the examination, measures should be taken both to preserve the existing condition of the scene and to prevent the occurrence of additional emergencies.

While performing their respective functional duties, the personnel of emergency and urgent services may be compelled to make changes at the accident scene. Even in cases where such actions are necessitated by the need to save human life or prevent further emergencies, it remains possible to preserve and collect evidence to the maximum extent possible. For this purpose, certain legislative and organizational measures are required.

The author places particular emphasis on ensuring safety at the location where the road traffic accident has occurred. He puts forward specific legislative and organizational proposals aimed at recording the scene in situations where changes to the accident site are inevitable prior to the examination.

Key words: Location of the road traffic accident; Inspection of the accident scene; Provision of emergency and urgent medical assistance at the accident scene; Execution of rescue operations at the accident scene; Implementation of firefighting measures at the accident scene; Preservation of the road traffic accident site; Ensuring safety and security at the accident scene.

Резюме. В данной статье рассматриваются некоторые аспекты одного из основных процессуальных действий в ходе предварительного расследования дорожно-транспортных происшествий криминального характера – осмотра места происшествия. На практике в большинстве случаев при дорожно-транспортном происшествии криминального характера необходимо оказывать экстренную и неотложную медицинскую помощь пострадавшим на месте происшествия, а иногда и проводить аварийно-спасательную операцию и работу по пожаротушению. В таких специфических условиях подготовка к осмотру места происшествия и его проведение требуют более тщательного подхода. Следователь или дознаватель, выполняющий это процессуальное действие, должен обеспечить охрану места происшествия и его безопасность в соответствии со сложившимися условиями.

Начиная с этапа подготовки к осмотру, следует принимать меры как по сохранению обстановки на месте происшествия, так и предотвращению

чрезвычайных происшествий.

Сотрудники экстренных и неотложных служб вынуждены вносить изменения на место происшествия при исполнении своих функциональных обязанностей. В ходе этих работ, обусловленных необходимостью спасения человеческих жизней и предотвращения чрезвычайных ситуаций, возможно максимально полное сохранение и сбор доказательств. Для этого необходимы законодательные и организационные меры.

Автор уделяет особое внимание обеспечению безопасности на месте дорожно-транспортного происшествия. Он предлагает конкретные законодательные и организационные предложения по фиксации обстоятельств на месте происшествия в случаях, когда изменения на месте происшествия неизбежны до начала осмотра.

Ключевые слова: место дорожно-транспортного происшествия; осмотр места происшествия; оказание экстренной и неотложной медицинской помощи на месте происшествия; проведение аварийно-спасательных работ на месте происшествия; проведение пожаротушения на месте происшествия; охрана места дорожно-транспортного происшествия; обеспечение безопасности на месте дорожно-транспортного происшествия.

Ədəbiyyat

1. Azərbaycan Respublikası Cinayət-Prosessual Məcəlləsinin Kommentariyası / C.H. Mövsümovun, Ə.H. Hüseynovun və B.C. Kərimovun redaktəsi ilə. Bakı, “Digesta” nəşriyyatı, 2016.

2. Əsgərov B.M. Cinayət işləri üzrə sübutetmədə əməliyyat-axtarış informasiyasından istifadənin problemləri. Bakı, “Digesta” nəşriyyatı, 2018, s.125.

3. Novruzov Z., Hüseynov C. Yol-nəqliyyat hadisələrinin istintaqı, Bakı, 1973;

4. Kriminalistika: Dərslik /K. T. Sarıcalinskaya və İ.S. Abbasovanın redaktəsi ilə/, Bakı, “Hüquq yayın evi” nəşriyyatı, 2021, s.64.

5. Божинский И.А. Расследование дорожно-транспортных происшествий

в ГДР//Проблемы предварительного следствия. Волгоград, 1980. с. 84-92.

6. Комментарий к Уголовно-процессуальному кодексу Российской Федерации // Под ред. А.В.Смирного, Санк-Петербург, изд. «Питер», 2003 с. 456.

7. Кутафин В.Н. Расследование дорожно-транспортных происшествий: практическое руководство. Ростов-на-Дону, Издательство «Феникс», 2007. с. 12.

8. Azərbaycan Respublikasının Cinayət-Prosessual Məcəlləsi. // https://e-qanun.az/framework/46950;

9. «Yol hərəkəti haqqında» Azərbaycan Respublikasının Qanunu.// https://e-qanun.az/framework/3423.

AVTOMOBİL KONSTRUKSİYASINDA DÖVRİ DƏYİŞİKLİKLƏR, XİLASETMƏ PROBLEMLƏRİ

İlham Qasımov

FHN DYMX-nin YQ-nın böyük inspektoru

E-mail: ilhamqasimov16.@gmail.com

Giriş

Son illərdə avtomobil sənayesi ekoloji davamlılıq, enerji səmərəliliyi və texnoloji modernləşmə istiqamətində mühüm transformasiyalardan keçir. Bu prosesin ən mühüm nəticələrindən biri elektrik avtomobillərinin sürətlə yayılmasıdır. Elektriklə işləyən nəqliyyat vasitələri karbon emissiyasının azaldılması və yanacaq asılılığının aradan qaldırılması baxımından bir çox üstünlüklərə malik olsa da, qəza hallarında bu tip avtomobillərlə işləmək ənənəvi nəqliyyat vasitələrinə nisbətən daha böyük risk və çətinliklər yaradır. Yüksək gərginlikli litium-ion batareyalar qəza zamanı partlayış, termal runaway və ikinci dərəcəli yanğın təhlükəsi yaradır. Bundan əlavə, bu avtomobillərin daxili konstruksiyası və texniki sistemləri xilasetmə əməliyyatları üçün yeni yanaşmalar tələb edir. Bu tezisdə bu çağırışlar fonunda elektrik avtomobillərinin təhlükəsizliyi və qəza sonrası xilasetmə problemləri kompleks şəkildə təhlil olunur.

Avtomobil konstruksiyasında dövri dəyişikliklər

Avtomobil konstruksiyası son onilliklər ərzində mühüm texnoloji transformasiyalara məruz qalmışdır. Ənənəvi daxili yanma mühərrikli avtomobillərdən keçid dövründə təhlükəsizlik, yüngüllük, aerodinamika və enerji

səmərəliliyi əsas prinsiplər kimi önə çıxmışdır. Bu dəyişikliklər avtomobillərin strukturunda istifadə olunan materiallardan tutmuş, elektron idarəetmə sistemlərinə qədər bütün texniki parametrlərə təsir göstərmişdir.

XX əsrin ortalarında avtomobillərin konstruksiyasında əsas diqqət mexaniki davamlılığa və fiziki gücə yönəlsə də, 2000-ci illərdən etibarən kompozit materialların, alüminium və maqnezium ərintilərinin istifadəsi artmış, nəticədə avtomobilin çəkisi azalmış və enerji sərfiyyatı optimallaşdırılmışdır. Paralel olaraq, avtomobillərə inteqrasiya olunan elektron sistemlərin – ABS, ESP, ADAS və hava yastıqları kimi texnologiyaların – artması həm təhlükəsizlik səviyyəsini yüksəltmiş, həm də qəza zamanı xilasetmə metodlarına təsir etmişdir.

Elektrik avtomobillərinin yayılması ilə avtomobil konstruksiyası daha kompleks bir formaya keçmişdir. Bu avtomobillərdə daxili mühərrik əvəzinə batareya blokları və elektrik ötürmə sistemləri yerləşdirilir. Batareyaların avtomobilin alt hissəsində yerləşməsi xilasetmə zamanı müdaxilə nöqtələrini məhdudlaşdırır. Bundan əlavə, yüksək gərginlikli naqil şəbəkələrinin gövdəyə inteqrasiya olunması qəza zamanı elektrik şoku riskini artırır. Yeni nəsil avtomobillərdə struktur dəyişikliklər xilasetmə qruplarının xüsusi təlim və avadanlıqlara malik olmasını zəruri edir.

Beləliklə, avtomobil konstruksiyasında dövri dəyişikliklər nəinki sürücülük təcrübəsinə, həm də fövqəladə hallarda müdaxilə prosedurlarına birbaşa təsir edir.

Avtomobil qəzaları və xilasetmə problemləri

Avtomobil qəzalarının baş vermə səbəbləri

Avtomobil qəzaları çoxsaylı faktorlardan asılı olaraq baş verir və insan həyatına ciddi təhlükə yaradır. Ən əsas səbəblər arasında insan amili, texniki nasazlıqlar, yol şəraiti və avtomobilin konstruktiv xüsusiyyətləri dayanır.

İnsan amili qəzalarda əsas rol oynayır. Diqqətsizlik, sürət həddinin aşılması, sərxoş sürücülük, yuxusuzluq və stress kimi hallar qəzanın baş verməsinə səbəb olur. Həmçinin, yol nişanlarına və təhlükəsizlik qaydalarına əməl etməmək də

riskləri artırır. Texniki səbəblər sırasında əyləc sistemində, sükan idarəsində və təkər vəziyyətindəki nasazlıqlar qeyd olunmalıdır. Yol infrastrukturu da qəzalara təsir edir: yetərsiz işıqlandırma, keyfiyyətsiz yol örtüyü, nişanların olmaması və qəfil əyriliklər qəzaların yaranmasına şərait yaradır. Avtomobilin konstruksiyası isə qəza zamanı xəsarətlərin dərəcəsinə təsir edir.

Elektrik avtomobillərində qəza və xilasetmə çətinlikləri

Elektrik avtomobillərinin artması ilə qəza sonrası xilasetmə işlərində yeni problemlər yaranmışdır. Ən əsas risklərdən biri yüksək gərginlikli litium-ion batareyaların partlama və yanma təhlükəsidir. Qəza zamanı batareya hüceyrələrində nəzarətsiz istilik artımı prosesi baş verə bilər ki, bu da yüksək temperatur, partlayış və zəhərli qazların yayılmasına səbəb olur.

Batareya blokunun bərk qapalı konstruksiyası xilasetmə əməliyyatlarını çətinləşdirir. Qəzadan sonra batareyaların elektrik təchizatı kəsilməzsə, yanğın və elektrik cərəyanı riski qalır. Bundan əlavə, batareya yanğını adi yanğın söndürmə üsulları ilə söndürmək çox çətindir. Su və köpük əsaslı yanğınsöndürmə vasitələri effektiv olmaya bilər və əlavə təhlükə yarada bilər.

- Batareya sistemlərində yanğınların söndürülməsi üçün innovativ üsullar

Müasir yanğın təhlükəsizliyi texnologiyaları elektrik avtomobillərində batareya yanğınlarının idarə olunması üçün xüsusi üsullar təklif edir. Bunlara aşağıdakılar daxildir:

Su ilə soyutma və batareyanın soyudulması: Yüksək təzyiqli su püskürtmə sistemi batareya hüceyrələrinin istiliyini aşağı salmaq üçün istifadə olunur, beləliklə nəzarətsiz istilik artımı prosesi riski azaldılır.

Kimyəvi yanğınsöndürənlər: Halon, Bioversal əsaslı və ya digər xüsusi kimyəvi maddələr yanğını sönməyə kömək edir və batareyanın əlavə partlamasını əngəlləyir.

Yanğın örtükləri: Batareyanın ətrafını xüsusi yanğın əleyhinə örtüklərlə sarmaq yanğının yayılmasını azaldır.

- Elektrik avtomobillərində yanğınların söndürülməsi üçün dronlardan istifadə

Son illərdə fövqəladə hallarda dron texnologiyalarının tətbiqi genişlənmişdir. Elektrik avtomobillərində baş verən yanğınlarda dronların istifadəsi bir sıra üstünlüklərə malikdir:

Hadisə yerinin sürətli monitorinqi: Dronlar qəza və yanğın zonasını yüksək dəqiqliklə qiymətləndirə, istilik kameraları vasitəsilə batareya hüceyrələrinin temperaturunu ölçə bilər.

Yanğınsöndürmə maddələrinin çatdırılması: Kiçik dronlar yüngül yanğınsöndürmə maddələrini hadisə yerinə çatdıra və kiçik yanğınları ilkin mərhələdə söndürə bilər.

Xilasetmə qruplarına məlumat ötürülməsi: Dronlar real vaxt rejimində əldə etdikləri məlumatları xilasetmə komandalarına göndərərək, əməliyyatların planlaşdırılmasını optimallaşdırır.

Bu yanaşma həm insan itkilərinin azalmasına, həm də xilasetmə işlərinin sürətlənməsinə kömək edir.

- Xilasetmə zamanı qarşıya çıxan problemlər

Elektrik avtomobillərində qəza sonrası xilasetmə zamanı bir sıra ciddi problemlər yaranır:

Elektrik cərəyanı riski: Batareya sistemində hələ də aktiv elektrik cərəyanının olması xilasetmə işçiləri üçün təhlükə yaradır.

Məlumatın çatışmazlığı: Yeni model elektrik avtomobillərinin daxili quruluşu və təhlükəsizlik sistemləri barədə təlimatlar tam hazır olmaya bilər.

Çətin ərazi və hava şəraiti: Gecə vaxtı və əlverişsiz hava şəraitində müdaxilə çətinləşir.

Təlim və hazırlıq səviyyəsi: Xilasetmə qruplarının elektrik avtomobilləri ilə işləmək üzrə təcrübəsi azdır.

Nəticə və təkliflər

Avtomobil konstruksiyasında baş verən dövri dəyişikliklər və elektrik avtomobillərinin artması avtomobil təhlükəsizliyi və xilasetmə sistemlərinə yeni çağırışlar gətirmişdir. Yüksək gərginlikli batareyalar, onların potensial yanğın və partlayış riski xilasetmə əməliyyatlarının mürəkkəbliyini artırır. Ənənəvi yanğınsöndürmə metodları elektrik batareyalarının yanğınlarını tam effektiv şəkildə aradan qaldıra bilmir, bu isə innovativ texnologiyaların tətbiqini zəruri edir. Su ilə soyutma sistemləri, kimyəvi yanğınsöndürənlər və xüsusi örtüklər kimi metodlar artıq tətbiq olunur və daha geniş yayılmalıdır. Dronların istifadə edilməsi isə xilasetmə işlərinin təhlükəsizliyini və sürətini əhəmiyyətli dərəcədə artırır.

Xilasetmə qruplarının yeni nəsil avtomobillərin konstrukti xüsusiyyətləri, elektrik təhlükəsizliyi və yanğın təhlükəsi barədə təlim və avadanlıqla təmin olunması mütləqdir. Bundan əlavə, avtomobil istehsalçıları və xilasetmə qurumları arasında məlumat mübadiləsinin gücləndirilməsi, standartların yaradılması və qabaqcıl təcrübələrin tətbiqi mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Təkliflər:

1. Xilasetmə qruplarının təlimləri müasir avtomobil texnologiyalarına uyğunlaşdırılmalıdır.
2. Avtomobil istehsalçıları qəza zamanı müdaxilə sxemlərini xilasetmə qurumlarına təqdim etməlidirlər.
3. Yeni avtomobil modelləri üçün xüsusi xilasetmə alətləri ilə təchizat artırılmalıdır.
4. Qlobal və yerli səviyyədə məlumat bazaları yaradılaraq xilasetmə zamanı operativ istifadə üçün təqdim edilməlidir.
5. Xilasetmə əməliyyatlarının standartlaşdırılması və beynəlxalq təcrübənin tətbiqi genişləndirilməlidir.

Xülasə: Avtomobil sənayesində sürətli texnoloji inkişaf və ekoloji tələblər nəticəsində elektrik avtomobillərinin istifadəsi genişlənməkdədir. Bu dəyişikliklər

avtomobil konstruksiyasında yeni texnologiyaların tətbiqi ilə yanaşı, qəza hallarında baş verən xilasetmə əməliyyatlarında da ciddi problemlər yaradır. Elektrik avtomobillərində istifadə olunan yüksək gərginlikli batareyalar, termal sabitliyi zəif olan hüceyrələr və qapalı batareya blokları qəza və yanğın zamanı xilasetmə işlərini daha təhlükəli və mürəkkəb edir. Bu tezisdə elektrik avtomobillərində qəza sonrası xilasetmə prosesində qarşıya çıxan əsas çətinliklər, batareya yanğınlarının söndürülməsi üçün innovativ texnologiyalar, o cümlədən dronların tətbiqi araşdırılır. Həmçinin avtomobil konstruksiyalarında baş verən dövri dəyişikliklərin xilasetmə sistemlərinə təsiri təhlil olunur. Mövcud çətinliklərin aradan qaldırılması üçün texniki və təşkilati təkliflər irəli sürülür.

Abstract: The rapid technological advancement and increasing ecological demands in the automotive industry have led to the widespread use of electric vehicles. These changes not only introduce new technologies in vehicle design but also create significant challenges in rescue operations during accidents. The high-voltage batteries used in electric vehicles, their thermally unstable cells, and enclosed battery packs make rescue efforts more dangerous and complex in the event of crashes and fires. This thesis investigates the main difficulties encountered during post-accident rescue processes in electric vehicles, innovative technologies for extinguishing battery fires, including the use of drones. Additionally, it analyzes the impact of periodic changes in vehicle construction on rescue systems. Technical and organizational recommendations are proposed to overcome the existing challenges.

Аннотация: Быстрый технологический прогресс и растущие экологические требования в автомобильной промышленности привели к широкому распространению электромобилей. Эти изменения не только внедряют новые технологии в конструкцию автомобилей, но и создают значительные проблемы в спасательных операциях при авариях. Высоковольтные аккумуляторы, термически нестабильные ячейки и закрытые аккумуляторные блоки делают спасательные работы при авариях и

пожарах более опасными и сложными. В данной работе рассматриваются основные трудности, возникающие при проведении спасательных операций после аварий с электромобилями, инновационные технологии тушения аккумуляторных пожаров, включая использование дронов. Также анализируется влияние периодических изменений в конструкции автомобилей на системы спасения. Предлагаются технические и организационные рекомендации по преодолению существующих проблем.

Açar sözlər: *FHN, DYMX, Avtomobil qəzaları, elektrik avtomobilləri, Vehicle Rescue Techniques*

Ədəbiyyat siyahısı

1. **Yol-nəqliyyat hadisələri ilə bağlı ümumi xilasetmə fəaliyyətinin təşkili qaydaları (14.01.2022 №17)**
2.https://autoclinicoffranklin.com/the-history-of-automotive-design-from-past-to-present/
3. https://gaugemagazine.com/automotive-design-through-the-ages-an-evolution-of-style-and-sustainability/
4. https://www.carhub.ca/blog/evolution-of-car-design-trends-over-time/
5. https://firstaidforlife.org.uk/accidents-road-help/
6. https://rib.msb.se/Filer/pdf%5C23419.pdf
7. https://fire-rescue-expert.com/vehicle-rescue-techniques-an-overview/

ELEKTRİK VƏ HİBRİD AVTOMOBİLLƏRİNDƏ YANĞINLARIN BAŞ VERMƏ SƏBƏBLƏRİ, ONLARIN SÖNDÜRÜLMƏSİNİN EFFEKTİV ÜSULLARI

Şərifov Allahverdi Camal oğlu

Azərbaycan Texniki Universiteti
"Nəqliyyat və logistika" fakültəsinin dekanı, texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
E-mail: sharifov.allahverdi@aztu.edu.az

Məcidov Sərxan Mahmudəli oğlu

Azərbaycan Texniki Universiteti
"Nəqliyyat logistikası və hərəkətin təhlükəsizliyi" kafedrasının müəllimi
E-mail: serxan.mecidov@gmail.com

Məqalədə müasir dövrdə daha çox istifadə olunan elektrik və hibrid avtomobillərinin yol-nəqliyyat hadisələri zamanı alışma təhlükəsindən bəhs olunur. Beləki, bu cür avtomobillərin qəza zamanı alışma səbəbləri analiz edilmiş və sistemləşdirilmişdir. Alışma səbəblərinin əsasən batareyaların nasazlığından, qəza zamanı zədələnmədən, şarj zamanı yaranan problemlərdən, istehsal qüsurlarından, ətraf mühit amillərindən və hibrid avtomobillərində daxili yanma mühərrikində yaranan nasazlıqlardan baş verdiyi vurğulanmışdır. Elektik və hibrid avtomobillərinin alışması halında onu söndürmək üçün ilkin olaraq görülən tədbirlər qeyd edilmiş və təhlükəsizlik məsələlərinin nəzərə alınmasının vacibliyi əsaslandırılmışdır. İstər elektrik, istər hibrid, istərsə də daxili yanma mühərikli

nəqliyyat vasitələrinin alışma səbəbləri və söndürülmə üsulları müqayisəli şəkildə göstərilmişdir. Əsas söndürülmə üsulları soyutma üsulu, quru tozlu balon, CO_2 yanğınsöndürən, termal örtüklər və konteynerlər, batırma üsulu sayılır. Azərbaycan Respublikasında da son illərdə elektrik və hibrid avtomobillərinin sayının artması qeyd olunan məsələlərinin aktuallığını saxlayır. Belə avtomobillərin sayı adətən ölkədə taksi xidməti sahəsində daha sürətlə artır. Bu səbəbdən də, hər il elektrik və hibrid avtomobillərinin sayının əvvəlki ilə nisbətən daha sürətli artması gözlənilməndir.

Müasir dövrdə dünya avtomobil istehsalı sektorunda daxili yanma mühərrikli nəqliyyat vasitələrinin payı getdikcə azalır. Daxili yanma mühərrikli avtomobilləri digər alternativ yanacaq və enerji növləri ilə işləyən nəqliyyat vasitələri (NV) tədricən əvəzləyir. Dünyada gedən bu tendensiya Azərbaycan Respublikasına da öz təsirini göstərmişdir. Belə ki, cari ilin aprel ayının statistikasına görə hazırda Azərbaycanda 6,974 ədəd elektrik mühərrikli, 83351 ədəd isə hibrid mühərrikli NV var [1]. Respublikamızda qeydiyyata alınmış ümumi NV-nin sayı 1,9 milyondan çoxdur. Onlardan da ekoloji təmiz sayılan, elektrik və hibrik mühərrikli avtomobillər ümumi NV-lərin 4,7%-i təşkil edir. Bunlardan 800,000-dən çoxu Bakı şəhərinin payına düşür. Paytaxtda 5812 ədəd elektrik mühərrikli, 57,530 ədəd hibrid mühərrikli nəqliyyat vasitəsi var. Ölkəyə idxal olunaraq qeydiyyata alınmış NV-nin 40% hibrid və elektrik mühərrikli NV-ləri olmuşdur. 2023-cü il ilə müqayisədə cari ildə ölkəyə idxal olunan NV-nin sayı 2 dəfə artmışdır. Elektrik və hibrid avtomobillərindən istifadənin ölkəmizdə zaman keçdikcə daha da əhatəsi genişlənir. Hal-hazırda daha çox taksi xidmətlərində bu avtomobillərdən istifadə üstünlük təşkil edir. Ölkəmizdə elektirik avomobili olaraq ən çox yayılan modellər BYD, Changan, Hyundai Ioniq, hibrid avtomobilləri olaraq isə Haval H6 Hybrid, Toyota Prius, Hyundai Hybrid modelləridir.

Hərəkət şəraitində elektrik və hibrid avtomobillərinin təhlükəsizliyinin təmin olunması müasir dövrün aktual məsələsidir. Bu tip avtomobillərdə əsas problem qəza zamanı NV-nin alışmasıdır. Bunun üçün də NV-də detalların yerləşməsi

əhəmiyyət kəsb edir (şəkil 1).

Şəkil 1. Hibrid avtomobilində detalların yerləşməsi sxemi

Avtomobilin alışması ümumi avtomobil qəzalarının çox kiçik hissəsini əhatə edir. Bu statistika ölkələrə görə dəyişir. Avtomobil yanğınları ümumi yol-nəqliyyat hadisələrinin (YNH) təxminən 1-3%-ni təşkil edir. ABŞ-da Milli Yanğından Mühafizə Assosiasiyasının (NFPA) məlumatına görə, bütün avtomobil qəzalarının təxminən 2%-i yanğınla nəticələnir. Avropa ölkələrində texniki baxış və təhlükəsizlik tələblərinin daha sərt olmasına görə bu göstərici çox zaman 1%-dən az olur [2,3].

Elektrik və hibrid avtomobillərinin alışma səbəblərini əsasən aşağıdakı kimi qruplaşdırmaq olar [4]:

I. Litium-ion batareyaların nasazlığı.

- Batareya hüceyrələrinin zədələnməsi (mexaniki zərbə, qəza və s.);
- Batareyanın həddindən artıq qızması;
- Yüksək cərəyan axını və qısaqapanma.

1. Qəza zamanı zədələnmə - yüksək sürətli toqquşmalar batareyaya ziyan vuraraq alovlanma riski yaradır.
2. Şarj zamanı problemlər.

- Uyğunsuz və ya nasaz şarj cihazından istifadə;
- Şarj prosesinin düzgün idarə olunmaması (uzun müddət şarjda qalması).

3. İstehsal qüsurları – batareya istehsalında və ya elektron idarəetmə sistemlərində səhvlər.
4. Ətraf mühit amilləri – yüksək temperatur şəraitində avtomobilin uzun müddət park vəziyyətində qalması.
5. Hibrid avtomobillərinin daxili yanma mühərriklərində nasazlıq – yanacaq sızması, istilik sistemində nasazlıq, elektrik naqillərinin qısa qapanması.

Avstraliyada aparılmış tədqiqatlara görə ümumilikdə yanğınlar 23% qəzalar, 11% istehsalat qüsurları, 6% suda batma, 5% şarjla əlaqəli və 48% naməlum səbəblərə görə baş verir [5].

YNH zamanı elektrik və hibrid avtomobillərinin söndürülməsi də vacib təhlükəsizlik tədbirlərinin görülməsini tələb edir. Güc mənbəyindən asılı olaraq müxtəlif tipli NV-nin alovlanma fərqlərini və söndürülmə üsullarını aşağıdakı cədvəldə göstərmək olar (cədvəl 1) [5].

Cədvəl 1. Elektrik və hibrid avtomobilləri arasında alovlanma fərqləri

Mühərrikin növü	**Alışma riski mənbəyi**	**Söndürülmə üsulları**
Benzin/Dizel	Yanacaq sızması, qızma	Su və ya ABC tipli balon
Elektrik avtomobili	Batareya qızması, qısaqapanma	Quru toz, CO_2, xüsusi örtüklər
Hibrid avtomobili	İkili risk (yanacaq + batareya)	Quru toz, CO_2, professional müdaxilə

Yanğın zamanı ilkin olaraq insanlar ən azından 15-20 metr uzaqlaşdırılaraq təxliyyə edilməlidir. Təcili yardım çağırılmalıdır və avtomobil söndürülərək elektrik sistemi deaktiv edilməlidir (mümkündürsə).

Qeyd olunan tip avtomobillərin müxtəlif cür söndürülməsi üsulları vardır: Soyutma suyu ilə - elektrik avtomobillərdə əsas yanaşma batareyaların

soyudulmasıdır, çünki alovu birbaşa söndürmək çətindir; Quru tozlu balon (ABC) - kiçik səthi alovlar üçün yararlıdır, lakin batareya içindəki reaksiyanı dayandıra bilmir; CO_2 yanğınsöndürən - elektrik komponentlərdə təsirlidir, amma batareya daxilində dərin yanğına təsir etməz; Termal örtüklər və konteynerlər - xüsusi örtüklərlə və ya konteynerlərdə avtomobilin alovu yayılmadan izolə olunur (peşəkar qruplar tərəfindən tətbiq olunur); Batırma üsulu (nadir) - avtomobilin su ilə dolu konteynerə yerləşdirilməsi — batareyanı tam soyutmaq üçündür.

Yanğın zamanı yenidən alışma riskini (elektrik avtomobil söndürüləndən sonra belə 24–48 saat ərzində yenidən alışa bilər), zəhərli qazları (batareya yanarkən hidroflor turşusu, karbonmonoksid və digər toksik qazlar ifraz olunur) və partlayış riskini (batareya hüceyrələri partlaya bilər – yaxın məsafədə dayanmaq təhlükəlidir) nəzərə almaq lazımdır.

Nəticə.

1. Yol-nəqliyyat hadisələri zamanı elektrik və hibrid avtomobillərinin alışması və onların təhlükəsiz olaraq söndürülməsi aktuallığını saxlayan məsələdir.
2. Yol-nəqliyyat hadisələri zamanı sərnişinlər təxliyyə edilməli, ətrafdakılar uzaqlaşdırılmalı, təcili yardım çağırılmalı və elektrik sistemi deaktiv edilməlidir.
3. Yanğınlar 23% qəzalar, 11% istehsalat qüsurları, 6% suda batma, 5% şarjla əlaqəli və 48% naməlum səbəblərdən baş verir.

Аннотация: В статье рассматривается опасность возгорания электромобилей и гибридных автомобилей, которые чаще используются в настоящее время, при дорожно-транспортных происшествиях. Таким образом, были проанализированы и систематизированы причины возгорания таких автомобилей при авариях. Подчеркнуто, что причины возгорания в основном возникают из-за неисправностей аккумуляторной батареи,

повреждений во время аварий, проблем при зарядке, производственных дефектов, факторов окружающей среды и неисправностей в двигателе внутреннего сгорания гибридных автомобилей. Отмечены первоначальные меры, принимаемые для тушения электромобиля и гибридного автомобиля в случае возгорания, и обоснована важность рассмотрения вопросов безопасности. В сравнительном порядке показаны причины возгорания и методы тушения транспортных средств с электрическими, гибридными и двигателями внутреннего сгорания. Основными методами тушения являются метод охлаждения, баллон с сухим порошком, огнетушитель CO_2, термические покрытия и контейнеры, а также метод погружения. Рост числа электромобилей и гибридных автомобилей в последние годы в Азербайджанской Республике также поддерживает актуальность вышеуказанных вопросов. Количество таких автомобилей, как правило, быстрее растет в секторе таксомоторных услуг страны. По этой причине ожидается, что количество электромобилей и гибридных автомобилей будет расти быстрее с каждым годом, чем в предыдущем году.

Abstract: The article discusses the danger of ignition of electric and hybrid cars, which are more commonly used in modern times, during traffic accidents. Thus, the causes of ignition of such cars during accidents have been analyzed and systematized. It has been emphasized that the causes of ignition mainly occur due to battery malfunctions, damage during accidents, problems during charging, manufacturing defects, environmental factors, and malfunctions in the internal combustion engine of hybrid cars. The initial measures taken to extinguish an electric and hybrid car in case of ignition are noted and the importance of considering safety issues is justified. The causes of ignition and extinguishing methods of vehicles with electric, hybrid, and internal combustion engines are shown in a comparative manner. The main extinguishing methods are the cooling method, dry powder cylinder, CO_2 fire extinguisher, thermal coatings and containers, and the immersion method. The increase in the number of electric and

hybrid cars in recent years in the Republic of Azerbaijan also maintains the relevance of the above issues. The number of such cars is usually increasing faster in the taxi service sector in the country. For this reason, the number of electric and hybrid vehicles is expected to increase faster each year than the previous year.

Ədəbiyyat

1. https://bakivaxti.az/az/posts/detail/azerbaycanda-elektrik-ve-hibrid-muherrikli-avtomobillerin-sayi-aciqlanib-1748347685
2. https://www.usfa.fema.gov
3. https://ec.europa.eu/transport/road_safety
4. https://theconversation.com/electric-vehicle-fires-are-very-rare-the-risk-for-petrol-and-diesel-vehicles-is-at-least-20-times-higher-213468
5. https://www.evfiresafe.com/ev-battery-fire-data
6. https://mepfire.az/

ELEKTROMOBİLLƏRDƏ LİTİUM-İON BATAREYALARIN İSTİSMAR TƏHLÜKƏSİZLİYİNİN TƏMİNİ ÜZRƏ MÖVCUD ARAŞDIRMALARIN TƏHLİLİ

Nicat Elçin oğlu İsmayılov
FHN Akademiya, Bakı, Azərbaycan
Həyat fəaliyyətinin təhlükəsizliyi ixtisas fənləri kafedrasının müəllimi, kapitan
E-mail: nicatismayilov1994@mail.ru

Riad Baba oğlu Salayev
III kurs, KU Leuven, Brussel, Belçika,
E-mail: riad.salayev.22@gmail.com

Giriş. Müasir dövrdə dünya üzrə əsas hədəflərdən biri ekoloji mühitin stabilləşdirilməsinə yönəldilmiş tədbirlərin həyata keçirilməsidir desək, yanılmarıq. Bu istiqamətdə ən aktual fəaliyyətlərdən biri atmosferə atılan mövcud karbon emissiyalarının maksimum dərəcədə azaldılmasını təmin etməkdir. Məhz bu məqsəd çərçivəsində dünyanın bir çox ölkələrində fərqli beynəlxalq tədbirlər təşkil edilmiş, qərarlar qəbul edilmişdir. Ölkəmiz də bu istiqamətdə dünya ölkələrindən geri qalmır hətta ekoloji mühitin yaxşılaşmasında yaxından iştirak edir. Bunun bariz nümunələrindən biri ölkəmizdə keçirilən COP29 tədbiridir desək, yanılmarıq.

Enerji istehlakı və karbon emissiyalarının yaranmasında əsas sahələrdən birinin nəqliyyat sahəsinin olması danılmaz faktdır. Məhz bu baxımdan dünyada bu istiqamətdə beynəlxalq görüşlər çərçivəsində qərarlar yaxın keçmişdən qəbul edilməyə başlamışdır. Buna bariz nümunə kimi 2021-ci ildə keçirilən COP26 tədbirini qeyd etmək olar ki, ölkəmiz bu tədbirdə qəbul edilən müvafiq bəyanatları

təsdiqləmişdir. Bu bəyanatlara görə 2030-cu ilədək ölkələrin enerji ehtiyaclarının ödənilməsində təmiz enərjiyə yönəlməsi əsas prioritet olaraq qəbul edilmişdir. Bu istiqmətdə bir sıra proqramlar və inkişaf strategiyaları qəbul edilmişdir [1].

Mövcud tədqiqatlar göstərir ki, nəqliyyat intensivliyinin artması fonunda hava çirklənməsinin 70-80%-i məhz avtonəqliyyatın payına düşür. Bu kontekstdə elektromobil texnologiyalarının qlobal miqyasda inkişafı və bir çox ölkələrdə ənənəvi avtomobil parklarının mərhələli şəkildə elektromobillərlə əvəz olunması ətraf mühitin mühafizəsi baxımından strateji əhəmiyyət daşıyan tendensiyalardan olmuşdur. Beləliklə, nəqliyyat sektorunun dekarbonizasiyası ekoloji risklərin azaldılmasına yönəlmiş müasir yanaşmaların tərkib hissəsinə çevrilmişdir.

Əsas hissə. Bu istiqamətdə ölkəmizdə də elektromobilləşmənin müvəffəqiyyətlə aparılması üzrə bir sıra tədbirlər həyata keçirilmiş, keçirilməkdədir. Əsas tədbirlərdən biri "Elektromobillik üzrə Milli Plan"nın hazırlanması və qəbul edilməsi olmuşdur. Bu istiqamətdə tədbirlər çərçivəsində elektrik nəqliyyatı vasitələrinin əlçatan olması əsas prioritetlərdən olmuş, bunun üçün isə elektrik doldurma stansiyalarının çoxaldılması, onların gömrük rüsumlarının müəyyən qismindən azad edilməsi kimi addımlar əsas stimullardan olmuşdur. Nəticə etibarilə statistik təhlillər də göstərmişdir ki, 2025-ci ilin ilk üç ayı ərzində ölkəmizə idxal olunan elektromobillərin sayı ötən ilin yanvar-mart ayları ilə müqayisədə 17,2% artmış, idxal dəyəri üzrə artım isə 10,9% olmuşdur. Bununla yanaşı avtomobillərin orta idxal dəyərində isə 5,4% azalma müşahidə edilmişdir. Bu onu göstərir ki, artıq ölkəmizdə elektromobillərin əlçatanlığı kifayət qədər təmin edilmişdir [1,2].

Təbii ki, bu prosesin sürətlə həyata keçirilməsi ekoloji baxımdan müsbət cəhətlərə töhfə versə də, bu proses təhlükəsizlik nöqteyi nəzərdən bir çox tədbirlərin həyata keçirilməsini zəruri edir. Bu prosesdə əsas təhlükə halları isə elektromobillərin iştirakı ilə baş verə biləcək qəza halları və bu zaman hadisə nəticələrinin aradan qaldırılması mürəkkəbliyidir. Bu məsələ hal-hazırda dünya tədqiqatçıları tərəfindən aktual araşdırma mövzusudur. Bu məsələnin təhlili üzrə

ilk növbədə elektrikli və hibrid avtomobillərin geniş miqyaslı istifadəsinin müsbət və mənfi cəhətlərinin təhlilinin aparılması daha məqsədəuyğun olar. İlk növbədə bu növ avtomobillərin üstünlüklərindən bəhs edək.

Yanacaq xərclərinin azaldılması. Beynəlxalq Enerji Agentliyi tərəfindən verilən hesabata görə, Avropada 100 km məsafəni qət etmək üçün daxili yanma mühərriki ilə işləyən avtomobillər elektromobillərlə maqayisədə orta hesabla 4-5 dəfə çox xərc tələb edir. Bununla yanaşı benzin, dizel və qaz əsaslı yanacaq növlərinin qiymətlərində vaxtaşırı artım bu xərcləri əlaqəli olaraq artırır. Lakin gələcəkdə günəş enerjisi və s. bu kimi alternativ enerji resurslarının istifadəsi elektrik xərclərinin mövcud vəziyyətdəkindən də aşağı sala bilər [1].

Ətraf mühitin mühafizəsi. Bu, təsdiqini tapmış faktlardandır ki, elektrik və hibrid mühərrikli avtomobillər tərəfindən ətraf mühitə zərərli qaz emissiyaları buraxılmır. Təbii ki, ətraf mühitə təsirin tam azaldılması məqsədilə bərpa olunan enerji mənbələrindən geniş istifadə, eyni zamanda batareyaların istehsalında ətraf mühitə atılan zərərli qazların azaldılması, bu istiqamətdə təkmilləşmələrin aparılması dünya üzrə aktiv araşdırma mövzularındandır. Lakin istehlak yönümlü baxdıqda elektromobillərdə istifadə zamanı ətraf mühitə atılan tullantıların həcminin azlığı ənənəvi avtomobilləri xeyli üstələyir.

Səs-küyün azalması. Elektrik və hibrid mühərrikli avtomobillər səs-küyü minimuma endirərək daha sürətli və hamar sürətlənmə imkanı yaradır. Bu isə yüksək sıxlığa malik şəhər mühitində səs kirliliyinin azalmasına şərait yaradır.

İnnovativ təhlükəsizlik sistemi. Qeyd etmək lazımdır ki, müasir elektromobillər də ənənəvi avtomobillər kimi aktiv və passiv təhlükəsizlik texnologiyalarına malikdirlər və onlar da ənənəvi qəza sınaqlarından keçirilirlər. Bununla yanaşı, bu avtomobillərdə əlavə universal təhlükəsizlik texnologiyaları da inkişaf etdirilmişdir. Məsələn, qəza zamanı toqquşma anında bu avtomobillərin elektrik sistemi avtomatik qapanaraq batareyalarda cərəyanın kəsilməsini və bu əsaslı ikinci dərəcəli təhlükələrin qarşısının alınmasını təmin edir.

Aşağı istehsal dəyəri. Elektrik və hibrid mühərrikli avtomobillərin

istehsalının nisbətən ucuz başa gəlməsi onların kütləvi istehsalınını artmasına və geniş kütlə üçün əlçatan olmasına zəmin yaratmışdır.

İstismar xərclərinin aşağı olması. Məlum olduğu kimi, bu avtomobillərdə mürəkkəb mexanizmli mexaniki hissələrin az olması elektromobillərin etibarlılığını artırmış, onların təmir və texniki xidmət xərclərini azaltmışdır.

Bunlarla yanaşı elektrik və hibrid mühərrikli avtomobillər üçün qeyd edilən üstünlüklərlə yanaşı müəyyən çatışmazlıqlar mümkündür. Bu çatışmazlıqların bir qisminin həlli zaman tələb edir. Lakin bir qrup çatılmazlıqlar hazırda aktiv araşdırma mövzusudur. Bu çatışmazlıqlara əsasən aşağıdakılar aid edilir.

Enerji doldurma stansiyalarının məhdudluğu. Bu zamanla öz həllini tapa biləcək problemlərdən olsa da hazırkı dövr üzrə sürətli doldurma stansiyaları məhdud saydadır.

Dəyişən yürüş məsafəsi. Məlum olmuşdur ki, istismar xüsusiyyəti və şəraitindən asılı olaraq elektromobillərdə nəzərdə tutulan yürüş məsafəsi əsaslı dəyişkənlik göstərir.

Enerji dolma prosesi. Sürətli enerji doldurma infrastrukturunun mövcud olmadığı hallarda - məişət şəraitində elektromobilin tam enerji doldurması üçün orta hesabla 8–10 saata ehtiyac yaranır ki, bu da istismar baxımından ciddi vaxt itkisi hesab olunur.

Batareyaların istismar müddəti. Elektromobillərin batareya sistemləri, texniki göstəricilərdən asılı olaraq, təxminən hər 3–10 ildən bir yenilənməlidir. Bu hal telefonlar kimi digər batareyalı cihazlardan məlumdur ki, uzun müddət yüklənib boşaldılma şəraitində çalışan cihazlarda batareyanın maksimum tutum həcmi zamanla azalır.

İqlim şəraitinə həssaslıq. Soyuq mövsümlərdə bir sıra səbəblərdən elektromobillərdə enerji sərfiyyatının əhəmiyyətli dərəcədə artması müşahidə olunur. Bu hal isə qış dövründə elektromobillərin yürüş məsafəsinin yay mövsümü ilə müqayisədə təqribən 30–50% azalmasına səbəb olur [1].

Yuxarıda sadalanan istər mənfi, istərsə də müsbət hallar müəyyən yanaşma

mövqeyinə görədir desək, yanılmarıq. Məsələn, əgər ki, elektromobillərin ekoloji təmiz nəqliyyat vasitəsi olması deyilirsə, bura onların yalnız istifadəsi zamanı havaya karbon emissiyasının buraxılmaması nəzərə alınır. Lakin digər tərəfdən onların batareyalarının istehsalı prosesi də nəzərə alındıqda bu fikir bir qədər təhrif olunur. Hazırda elektromobillərin batareyalarının istehsalı prosesində havaya atılan tullantıların miqdarının normadan artıq olması barədə dünya üzrə bir çox tədqiqatlar və elmi araşdırmalar mövcuddur. Bununla yanaşı elektromobillərin təhlükəsizliyi dedikdə təbii ki innovativ texnologiyaların tətbiqi mövqeyindən bu belədir, lakin statistik təhlillər göstərir ki, qəzaları bir çoxu 90 – 100 km/saatın üzərində baş verir. Avtomobillərlə aparılan standart qəza testlərinin çoxu isə 50 – 64 km/saat sürət aralığında aparılır. Yəni təhlükənin qiymətləndirilməsi hər baxımdan aparılmalıdır [1,2].

Elektromobillər üçün əsas təhlükələrdən biri və ən əsası batareyalarda baş verən yanğınlardır. Hansı ki, artıq dünyanın bir çox ölkələrində elektromobil yanğınları ilə nəticələnən hadisələr müşahidə edilmişdir. Burada əsas diqqət çəkən məqam litium-ion batareyaların alışması zamanı baş vermiş yanğının söndürülməsində yaranan çətinliklərdir. Bu istiqamətdə aparılan araşdırmalar və təhlillər nəticəsində məlum olmuşdur ki, belə yanğınların əsas səbəbi və ya başqa sözlə desək, yanğınların söndürülməsində çətinlik yaradan əsas amil litium-ion batareyalar üçün xarakterik olan "termal qaçış" prosesidir.

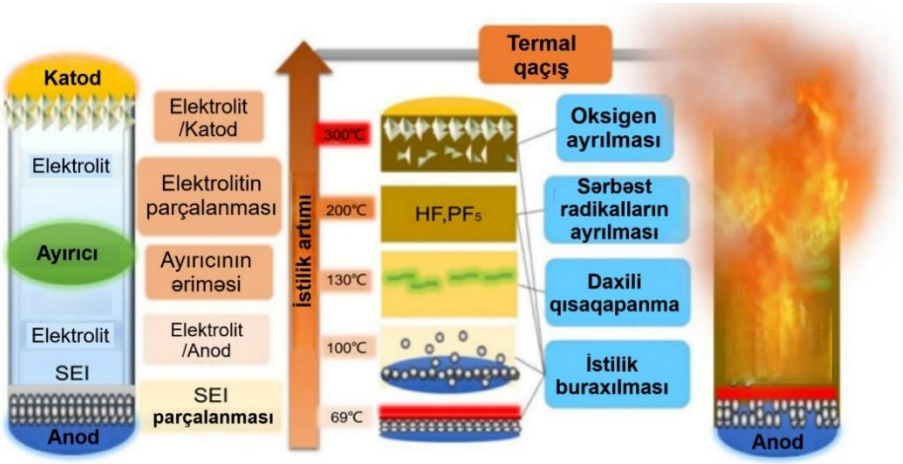
Litium-ion batareyalardakı termal qaçaq bir sıra amillər səbəbindən sürətli temperatur artımını əks etdirir. Proses adətən batareyanın daxili müqavimətinin artması və ya batareyanın düzgün idarə edilməməsi nəticəsində yaranan ilkin temperatur artımı ilə başlayır. Temperatur yüksəldikcə arzuolunmaz ekzotermik reaksiyalar başlayır və dövrü proses baş verir. Bu hal potensial olaraq yanğına və ya partlayışa səbəb olur və sərnişinlərin həyat və əmlakını təhlükə altına alır. Bu istiqamətdə təkcə elektromobillərdə deyil, eyni zamanda batareyalı mikronəqliyyat vasitələrində (elektrik velosipedlər, mopedlər, skuterlər və s.) baş vermiş hadisələrdən də göründüyü kimi bu hal kifayət qədər təhlükəlidir. Nəzərə alsaq ki,

belə yanğınlar eyni zamanda bu istiqamətdə fəaliyyət göstərən avtomobil batareyası təmiri məntəqələrində də müşahidə edilə bilər, edilir. Hadisənin təhlükəlilik miqyası kifayət qədər böyüyür. Bu halda əsas mübarizə üsullarının müəyyənləşdirilməsi üçün ilk növbədə "termal qaçış" anlayışı və prosesin özü diqqətlə nəzərdən keçirilməlidir. Beləliklə, termal qaçış mexanizmlərini başa düşmək və effektiv təhlükəsizlik idarəetmə strategiyalarını inkişaf etdirmək elektrikli nəqliyyat vasitələrinin təhlükəsiz istismarı üçün çox vacibdir [3].

Onu nəzərinizə çatdırım ki, uzun sürən araşdırma və tədqiqatların nəticəsi olaraq son illərdə bu sahədə dünya tədqiqatçıları tərəfindən əhəmiyyətli irəliləyişlər əldə edilmiş, termal qaçış prosesinin başvermə səbəbləri üzrə nəzəri əsaslar işlənmişdir. Bununla yanaşı bu növ hadisələrin baş vermə səbəbləri, belə hallarda effektiv üsulların müəyyənləşdirilməsi istiqamətində hazırda da dünyada əsaslı araşdırmalar aparılmaqdadır.

Litium-ion batareyaların materiallarında aparılan dəyişikliklərə, struktur dizaynındakı inkişaflara və əlavə təhlükəsizlik mexanizmlərinə baxmayaraq, termal qaçış problemi hələ də tam şəkildə aradan qaldırılmamış və təhlükə mənbəyi olaraq qalmaqdadır. Bu batareyaların yanğınları yüksək istilik generasiyası, böyük həcmdə toksik qazların ayrılması və söndürülmə prosesində müşahidə olunan çətinliklərlə xarakterizə olunur. Belə yanğınların effektiv idarə olunması mövcud elmi tədqiqatların əsas istiqamətlərindən birini təşkil edir. Bu məqsədlə su dumanı və çiləmə texnologiyalarının tətbiqi üzərində araşdırmalar aparılsa da mövcud nəticələr göstərir ki, ənənəvi yanğınsöndürmə metodları, xüsusilə alovlanmanın qarşısının alınması və termal qaçışın batareya hüceyrələri arasında yayılmasının məhdudlaşdırılması baxımından yetərli effektivlik nümayiş etdirmir. Nəzərə almaq lazımdır ki, nəqliyyat qəzaları zamanı ani halda alışan baytareyaların sürətlə genişlənməsi həmin anda avtomobildə qalmış zərərçəkmişlərin xilas edilməsində də müəyyən əngəl, xilasedicilər üçün real təhlükə yaradır. Bu səbəbdən də litium-ion batareya yanğınlarının söndürülməsi və ya qarşısının alınması üzrə genişmiqyaslı aktiv araşdırmalar aparılmaqdadır. Bəzi

ölkələrdə tədqiqatçılar tərəfindən bu istiqamətdə müəyyən irəliləyişlər əldə edilsə də çatışmazlıqlar qalmaqda davam edir [4-5].



Şəkil 1. Litium-ion batareyada baş verən termal qaçış prosesinin baş verməsi mexanizmi.

Litium-ion batareyaların təhlükəsizliyinin təmin olunması, dayanıqlığının artırılması, effektiv söndürülməsi üsul və vasitələrin müəyyənləşdirilməsi üzrə son dövrün elmi araşdırmalarına nəzər salmazdan öncə bu növ batareyalar üçün əsas təhlükə mənbəyi olan termal qaçış prosesinin başvermə xüsusiyyətlərinə və buna səbəb olan amillərə nəzər salmaq, nəzəri əsasları təhlil etmək zəruridir.

Litium-ion batareyalardakı termal qaçış mexanizmi kifayət qədər mürəkkəbdir. Bu proses adətən daxili qısaqapanmalar və ya xarici təsirlər ilə başlayır. Bu prosesdə adətən anod və katod materialları arasında təmas yaranır, bu təmas ayırıcıya zərər verir və bu da istiliyin sürətlə yayılmasına səbəb olur.

Temperatur yüksəldikcə, elektrolit parçalanır və buxarlanır, yanar qazlar buraxılır və yanğın-partlayış riskini artırır. Bundan əlavə, yüksək temperaturlar katod materialının parçalanmasına səbəb olur, nəticədə reaksiya nəticəsində elektrolit və anodun daha da şiddətlə yanmasını təmin edən oksigen buraxılır, dövri proses baş verir. Bundan əlavə, həddindən artıq yükləmə və ya aşağı temperatur zamanı litium metalının çökməsi ilə daxili müqavimət artır, daha çox istilik yaranır və termal qaçış riski artır. Bu prosesin mürəkkəbliyini aşağıda göstərilən şəkil ilə ifadə etmək olar. Termal qaçış prosesinin şərti mərhələlərinə ayrı-ayrılıqda nəzər saldıqda onu kimyəvi reaksiyalar əsasında anlamaq mümkündür [6-7].

Bərk Elektrolit İnterfazası (SEI – Solid Electrolyte Interphase) anod səthində elektrolitlə litiumun qarşılıqlı təsiri nəticəsində əmələ gələn qoruyucu təbəqədir və elektrolitin sabitliyini təmin edərək əlavə reaksiyaların qarşısını alır. Lakin temperatur 80–120 °C-yə yüksəldikdə SEI təbəqəsi, əsasən $(CH_2OCO_2Li)_2$ birləşməsindən ibarət olduğu üçün, parçalanmağa başlayır. Bu proses aşağıdakı reaksiya ilə izah olunur:

$$(CH_2OCO_2Li)_2 \rightarrow Li_2CO_3+C_2H_4+CO_2+0{,}5O_2 \quad (1)$$

Parçalanma nəticəsində bərk litium karbonatla yanaşı, CO_2, O_2 və C_2H_4 kimi qaz məhsulları əmələ gəlir. Bu qazların ayrılması daxili təzyiqin artmasına və batareyanın termal sabitliyinin azalmasına səbəb olur. Nəticədə, SEI-nin deqradasiyası batareyanın təhlükəsizliyi üçün ciddi risk mənbəyi hesab olunur [7].

Temperatur artdıqca anod materialı (məsələn, qrafit) və elektrolit arasında reaksiyalar güclənir. Bu halda litium ionlarının anoddan sərbəst buraxılması və elektrolitlə reaksiyaya girərək tez alışan karbohidrogenlərin əmələ gəlməsi müşahidə edilir. Anod və elektrolit arasındakı reaksiya prosesini aşağıdakı reaksiya ilə izah edilir:

$$2Li + C_3H_4O_3 \rightarrow Li_2CO_3 + C_2H_4 \quad (2)$$

$$2Li + C_4H_6O_3 \rightarrow Li_2CO_3 + C_3H_6 \quad (3)$$

Litium-ion batareyalarda istifadə üçün təsdiq olunan ilk katod materialı LCO (Litium Kobalt Oksidi) nisbətən zəif istilik sabitliyinə malikdir. Temperatur 200 ◦C

ilə 250 ◦C aralığında olduqda elektrolitlə reaksiyaya girməyə meyllidir. Bu reaksiya tənliklərdə (4 – 6) göstərildiyi kimi çoxlu O_2 xaric edir. Nəticədə elektroliti oksidləşdirir, əhəmiyyətli CO_2 buraxır [7-8].

$$Li_xCoO \rightarrow xLiCoO_2 + 1/3(1 - x)Co_3O_4 + 1/3(1 - x)O_2 \quad (4)$$

$$Co_3O_4 \rightarrow 3CoO + 0{,}5O_2 \quad (5)$$

$$CoO \rightarrow 3Co + 0{,}5O_2 \quad (6)$$

Göründüyü kimi termal qaçış prosesi kifayət qədər mürəkkəb və bir neçə aspektlərdən yaranan bir haldır. Belə olduğu halda bu prosesə səbəb olan təsirlərin sistemli təhlilini aparaq. Termal qaçış prosesi üç əsas səbəbdən – mexaniki, elektrik və ya istilik mənşəli təsir hallarından, həmçinin daxili qısa qapanmalar səbəbindən yaranır. Təhlillər göstərir ki, bu hallar həm ayrılıqda həm də birlikdə baş verə bilər.

Mexaniki təsir. Bu təsirlərdən ilki mexaniki təsirdir. Mexaniki təsirə toqquşma, sıxılma və deşilmə səbəbindən batareya bütövlüyünün pozulması halları aid edilir. Mexaniki təsirlər batareya strukturunda zədələnməyə səbəb olur ki, bu da daxili qısa qapanmalar və ya elektrolitin sızması ilə nəticələnə bilər və bununla elektrik mənşəli təsiredici amillər aktivləşir.

Avtomobilin istismarı zamanı toqquşma, sıxılma, vibrasiya və deşici vasitələrin batareyaya daxil olması kimi xarici mexaniki zədələr, həmçinin temperaturun dəyişməsi batareya paketinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərə bilir. Qəzalar zamanı güclü toqquşma hallarında elektromobillərdə mexaniki təsiri müşahidə etmək olar. Belə zərbələr zamanı batareya blokunun korpusunda sınmalar, deformasiyalar müşahidə olunur. Bu hal isə paralelində qısaqapanmaya, elektrolit dağılmasına və temperaturun sürətlə artması hallarına səbəb olur. Toqquşmadan sonra batareya elementlərinin yerdəyişməsi riskləri də xarakterikdir [9].

Eyni zamanda korpusda baş verən deformasiya halı elementlərin sıxılmasına, daxili qarşılıqlı əlaqənin pozulmasına gətirib çıxarır. Eyni zamanda istehsalçı tərəfindən uyğun olmayan dizayn və ya material seçimi də bu riskləri artıra bilər.

Təcrübələr göstərir ki, elektrikli nəqliyyat vasitələrində daimi vibrasiya halları belə özlüyündə təhlükə mənbəyi ola bilər. Bu hal müxtəlif səbəblərdən baş verə bilər ki, bu da batareyanın yorğunluğuna və köhnəlməsinə, bağlantı nöqtələrinin pozulmasına və qısaqapanma riskinin artmasına səbəb ola bilər. Qəzalar zamanı kəskin deşici cismlərin batareyaya təsiri isə açıq təhlükə göstəricisidir [10].

Elektrik nasazlığı. Elektrikli nəqliyyat vasitələrinin akkumulyatorlarının idarə edilməsində elektrik nasazlığı termal qaçışa səbəb olan əsas amildir. Elektrik nasazlığına həddindən artıq yükləmə və həddindən artıq boşalma daxildir ki, bu, termal qaçış riskini əhəmiyyətli dərəcədə artırır. Bu hal adətən avtomobillərin yüklənmə prosesini nəzarətdə saxlayan sistemlərin sıradan çıxması, bu sistemlərin düzgün işləməməsi hallarında və ümumiyyətlə təchizatda nəzərdə tutulmadığı hallarda müşahidə edilir. Bu zaman batareyada baş verən artıq yüklənmə batareyanın gərginliyinin yol verilən həddi aşmasına, kimyəvi reaksiyaların sürətlənməsinə, elektrolitlərin parçalanmasına, daxili təzyiqin artmasına, batareyada deformasiyaya (şişməyə) səbəb ola, parlayış və ya termal qaçış ilə nəticələnə bilər. Litium-ion batareyalarında həddindən artıq yüklənmə elektrodlarda litiumun çökməsinə, metal litiumun əmələ gəlməsinə və qısaqapanma risklərinin artmasına səbəb ola bilər. Həddindən artıq boşalma elektrik nasazlığının başqa bir kritik aspektidir. Bu hal daxili kimyəvi komponentləri sabitsizləşdirə, batareyanın ömrünü qısalda, növbəti doldurulma zamanı əhəmiyyətli təhlükəsizlik pozulmaları yarada bilər [3].

Termal təsir. Bu təsir batareyanın istifadəsi zamanı temperatur rejiminə düzgün nəzarətin olmaması səbəbindən həddindən artıq temperatur artımından yaranır. Bu hala yüksək temperatur altında işləmə, istiliyin düzgün paylanmaması, soyuducu sistemin düzgün işləməməsi kimi amillər daxildir. Belə olan halda batareyanın daxili temperaturu təhlükəsizlik hədlərini aşaraq, termal qaçışa zəmin yaradır. Yüksək temperatur şəraitində elektromobil batareyalarının istismarı daxili kimyəvi reaksiyaları sürətləndirir, əlavə istiliyin buraxılmasına səbəb olur. Bu, isti iqlimlərdə və ya sürətli sürətlənmə və ya dırmanma kimi ekstremal sürüş şəraitində

tez-tez baş verir. Temperatur artımı əvvəldə də qeyd edildiyi kimi daxili reaksiyaların sürətlənməsinə və batareyada termal qaçış prosesinin baş verməsinə, bununla yanaşı dövri prosesin başlanmasına ən çox təsir göstərən səbəblərdəndir [3].

Daxili qısaqapanma. Litium-ion batareyalarda daxili qısaqapanma halı seperatorun fərqli səbəblərdən dağılaraq elektrodların birbaşa təması səbəbindən sürətli enerji axını yaranması nəticəsində baş verir. Bu da öz mövbəsində termal qaçışa səbəb olur. Bu hal yuxarıda qeyd edildiyi kimi müxtəlif səbəblərdən, həmçinin batareyanın fiziki və kimyəvi vəziyyətindəki dəyişikliklərdən irəli gəlir. Potensial problemləri müəyyən etmək və təhlükələrin qarşısını almaq üçün erkən xəbərdarlıq siqnallarını təmin etmək üçün daxili qısaqapanmaların dəqiq aşkarlanması vacibdir.

Bu halda elektrolitin dağılması tez alışan qazlar yaradır, daxili təzyiq sürətlə artır və sızma riskini artırır. Güclü zədələnmə hallarında eyni zamanda batareya tam yüklənmiş olduqda, daxili qısaqapanma istilik keçiriciliyi prosesi ilə sürətli şəkildə yayıla bilər. Bu halda baş verən termal qaçış prosesi surətlə temperatur artımına və zəncirvari dövrü prosesin başlamasına səbəb olur. Real hadisələr göstərir ki, belə halların əksəriyyətində avtomobillərin söndürülməsi (daha dəqiq desək ənənəvi üsullarla söndürülməsi) mümkünsüz hala gəlir. Təhlillər üzrə daxili qısa qapanma səbəblərini aşağıdakı kimi sistemləşdirmək olar [11].

1) Ayırıcının kiçik qüsurları, materialın kirliliyi (yəni qarışıq tərkibə malik olması), qeyri-bərabər elektrod konstruksiyaları (hansı ki, elektrod təmasına və qısaqapanma riskinin artmasına səbəb olur) kimi istehsal qüsurları ilk səbəblərdəndir.

2) Yüklənmə zamanı dendrit əmələ gəlməsi halı. Bu zaman yaranan dentritlər seperatoru deşə və katodla anod təmasına səbəb ola bilər.

3) Zərbələr, düşmələr və ya deşilmələr kimi xarici təsir və ya nüfuzetmə batareyanın strukturuna zərər verə bilər, bu da elektrod təmasına və daxili qısaqapanmalara səbəb ola bilər.

4) Separatorun yüksək temperatur və ya həddindən artıq yüklənməsi səbəbindən əriməsi birbaşa anod-katod təması ilə nəticələnə bilər və daxili qısaqapanma riskini əhəmiyyətli dərəcədə artırır.

Göründüyü kimi bu səbəblərin hər biri digəri ilə əlaqəlidir və sonda batareyada termal qaçışa səbəb ola bilir. Bunları nəzərə aldıqda istehsalçılar tərəfindən tövsiyə olunan istismar və saxlanma şərtləri təmin olunduqda litium-ion batareyalarının təhlükəlilik dərəcəsi olduqca azalır (təxminən 40 milyonda 1). Lakin razılaşmaq olar ki, bu hal hər zaman və hər şəraitdə mümkün olmur. Nəticə etibarilə həddindən artıq yüklənmə, xarici yüksək temperatur və ani qəzalar kimi gözlənilməz hallar batareyaların uğursuzluq riskini əhəmiyyətli dərəcədə artırır. Bu da bilavasitə xilasetmə və yanğınsöndürmə əməliyyatlarının effektivliyinə birbaşa təsir göstərir [11,12].

Deyilənlər fonunda hazırda dünya üzrə bu istiqamətdə - litium-ion batareyaların sürətli söndürülməsi, termal qaçışın qarşısının alınması üzrə bir sıra tədqiqatlar və araşdırmalar aparılmaqdadır. Bu tədqiqatların hər biri litium-ion batareyaları üçün əsas təhlükə olan, saniyələr içində baş verən termal qaçışın söndürülməsi və bu səbəbdən baş vermiş və ya verə biləcək (söndürülmüş batareyanın təkrar alışması təcrübəsini nəzərə alaraq) yanğınların qarşısının alınması istiqamətində müxtəlif həll yolları təklif edir.

Araşdırma istiqamətlərindən biri termal qaçış xəbərdarlığı texnologiyasının inkişaf etdirilməsi istiqamətində olmuşdur. Termal qaçış xəbərdarlığı texnologiyaları batareyanın təhlükəsizliyini təmin etmək, xidmət müddətini uzatmaq və ümumi sistemin etibarlılığını artırmaq üçün vacib hesab edilir. Effektiv xəbərdarlıq sistemləri akkumulyatorun vəziyyətini real vaxt rejimində izləyə və anormal şəraitə tez reaksiya verə, avtomobilin və sərnişinin təhlükəsizliyini qoruya və qəza ehtimalını azalda bilər. Müvafiq istiqamətdə aparılan ilkin araşdırmaların təhlili əsasında məlum olmuşdur ki, termal qaçış üzrə ilkin xəbərdarlıq texnologiyalarının təkmilləşdirilməsi üçün aşağıdakı əsas tələblər nəzərə alınmalıdır:

Yüksək həssaslıq və operativlik – sistem daxili temperatur dəyişikliklərini və qaz konsentrasiyasındakı dalğalanmaları yüksək dəqiqliklə müəyyənləşdirərək real vaxt rejimində etibarlı siqnallar təqdim etməlidir.

Sensorların davamlılığı və optimal yerləşdirilməsi – tətbiq edilən sensorlar istiliyə davamlı, elektromaqnit təsirlərə qarşı stabil və xarici müdaxilələrdən qorunan struktura malik olmalı, batareyanın kritik zonalarında yerləşdirilməlidir.

Məlumatların intellektual emalı və analizi – qabaqcıl alqoritmlər və maşın öyrənməsi modelləri əsasında real vaxt rejimində emal imkanları təmin olunmalı, əsas xüsusiyyətlərin dəqiq çıxarılması və yanlış siqnalların qarşısının alınması zəruri şərt hesab edilməlidir.

Uyğunluq və genişləndiriləbilənlik – xəbərdarlıq sistemi mövcud batareya idarəetmə sistemləri (BMS) ilə tam inteqrasiya olunmalı, texnoloji modernləşmələrə adaptasiya qabiliyyətinə malik olmalı və müxtəlif istifadə hallarına cavab verə bilməlidir.

Enerji səmərəliliyi və optimallaşdırılmış işləmə prinsipləri – sistemin fəaliyyətində minimal enerji sərfiyyatı təmin olunmalı, əlavə enerji yükü batareyanın ümumi funksionallığına mənfi təsir göstərməməlidir.

Etibarlılıq və uzunmüddətli stabillik – qurğu uzunmüddətli istismar şəraitində performansını qoruyub saxlamalı, müxtəlif mühit faktorlarına qarşı sabit fəaliyyət imkanlarına malik olmalıdır.

İnteqrasiya olunmuş təhlükəsizlik mexanizmləri – sistem yalnız erkən xəbərdarlıq siqnalı ilə məhdudlaşmamalı, həmçinin kritik hallarda avtomatik qoruyucu funksiyaları işə salmaq potensialına sahib olmalıdır.

Modulyar quruluş və texnoloji çeviklik – texnologiya modulyar prinsip əsasında formalaşdırılmalı, funksional genişlənməyə, yeni nəsil sensorların əlavə olunmasına və müxtəlif texnoloji platformalara inteqrasiya imkanlarına açıq olmalıdır.

Bu istiqamətdə aparılan araşdırmalar bir neçə növ sensorların tətbiqi və təkmilləşdirilməsinə həsr olunmuşdur.

Temperatur əsaslı erkən xəbərdarlıq texnologiyası. Temperatur dəyişikliyinin izlənməsi litium-ion batareyaların təhlükəsiz istismarında mühüm rol oynayır və potensial termal qaçış risklərini vaxtında müəyyən etməyə imkan verir. Araşdırmalara görə, bu məqsədlə müxtəlif sensor texnologiyalarından – PT100/PT1000 tipli müqavimət sensorları, NTC/PTC termistorlar, infraqırmızı, maye kristallı termoqrafiya və optik lif əsaslı sensorlardan istifadə oluna bilər. Təmaslı və təmassız üsullarla batareyanın səth və daxili temperaturunu ölçmək olur. [13, 14]

Qaz əsaslı erkən xəbərdarlıq texnologiyası. Litium-ion batareyalarda termal qaçış zamanı ardıcıl zəncirvari reaksiyalar nəticəsində elektrolit buxarlanır və müxtəlif qazlar əmələ gəlir, bu isə daxili təzyiqi artıraraq təhlükəsizlik klapanlarının işə düşməsinə və alovlana bilən qazların xaric olunmasına səbəb ola bilər. Bu baxımdan qazların monitorinqi erkən xəbərdarlıq üçün əhəmiyyətli istiqamət hesab olunur. Tək qaz monitorinqində əsasən CO, H_2, CO_2 və karbohidrogenlərin konsentrasiyası izlənir, məsələn, H_2-nin kəskin artması qısaqapanma və ya termal qaçış riskini göstərə bilər. Çox qaz monitorinqində isə müxtəlif qazların nisbi paylarının birlikdə təhlili aparılır və bu, nasazlıqların daha dəqiq müəyyən olunmasına imkan yaradır [15].

Maşın öyrənməsinə əsaslanan erkən xəbərdarlıq texnologiyası. Müasir batareya idarəetmə sistemlərində maşın öyrənməsi üsullarına əsaslanan yanaşmalar batareyaların təhlükəsizliyinin təmin edilməsində həlledici əhəmiyyət kəsb edir. Bu texnologiya yüklənmə və boşalma proseslərində gərginlik, temperatur və daxili müqavimət kimi çoxölçülü parametrləri izləyərək mürəkkəb nümunə tanıma modelləri qurur. Batareyanın sağlamlıq vəziyyətinin (SOH) proqnozlaşdırılması termal qaçış risklərinin qabaqcadan müəyyənləşdirilməsi üçün əsas amillərdəndir. Tarixi məlumat bazasında toplanmış termal qaçış hadisələri və SOH göstəriciləri əsasında alqoritmlər normal və anormal halları ayırd etməyi öyrənir və yüksək dəqiqlikli təsnifat modelləri yaradır.

Ultrasəs aşkarlamaya əsaslanan erkən xəbərdarlıq texnologiyası. 20 kHz-

dən yuxarı tezliklərə malik ultrasəs yüksək enerji, güclü nüfuzetmə, yaxşı istiqamətləndirmə, yüksək həssaslıq və sürətli yayılma ilə xarakterizə olunur. İnkişaf etməkdə olan bir monitorinq texnologiyası olaraq, termal qaçqınlar üçün erkən xəbərdarlıq tədqiqatlarında getdikcə daha çox tətbiq olunur. Bərk cisimlərdə və mayelərdə ultrasəsin yayılmasından istifadə edərək, bu texnika həddindən artıq yüklənmə və ya qısaqapanma kimi anomaliyaların erkən əlamətlərini müəyyən etmək üçün qaz və ya mayelərdəki dəyişiklikləri aşkar edir [16-18].

Litium-ion batareyalar üçün erkən xəbərdarlıq texnologiyalarının müqayisəli təhlili göstərir ki, hər bir yanaşmanın özünəməxsus üstünlükləri və məhdudiyyətləri mövcuddur. Temperatur əsaslı texnologiyalar sadə quruluşa malikdir və termal nasazlıqları erkən aşkar etməyə imkan verir, lakin bütün nasazlıq tiplərini əhatə etmir və ətraf mühit faktorlarından təsirlənə bilir. Qaz əsaslı texnologiyalar etibarlı nəticələr versə də, əlavə sensorlara ehtiyac duyur və qapalı sistemlərdə daha səmərəlidir. Maşın öyrənməsi yanaşmaları proqnozlaşdırma qabiliyyəti və adaptivliyi ilə seçilsə də, mürəkkəb hesablama gücü və yüksək texniki təminat tələb edir. Ultrasəs əsaslı metodlar qeyri-invaziv olub daxili struktur dəyişikliklərini aşkarlayır, lakin xüsusi avadanlıq və mürəkkəb interpretasiya zərurəti yaradır. Cərəyan və gərginlik monitorinqi elektrik anomaliyalarını dərhal aşkarlasa da, qeyri-elektrik nasazlıqları müəyyən etməkdə məhduddur və yalnış siqnallar verə bilir. Təzyiq monitorinqi potensial nasazlıq barədə siqnallar təqdim etsə də, yalnız təzyiq dəyişikliyi baş verən sistemlər üçün yararlıdır. Müqavimət monitorinqi batareyanın sağlamlıq vəziyyəti haqqında dəyərli məlumat verir, lakin tez-tez kalibrasiya tələb edə bilər. Tüstü detektoru əsaslı yanaşmalar isə yanma və ya həddindən artıq qızma zamanı siqnal versə də, xarici yanğınlar zamanı yalnış xəbərdarlıq yarada bilər. Beləliklə, müxtəlif texnologiyaların üstünlükləri və məhdudiyyətləri onların tətbiq sahəsini müəyyən edir və daha səmərəli nəticə üçün çoxsensorlu və inteqrasiya olunmuş sistemlərin yaradılması zərurətini ön plana çıxarır [3].

Profilaktik tədbirlər litium-ion batareyalarda termal qaçışın başvermə riskini

əhəmiyyətli dərəcədə azalda bilir. Lakin mövcud yanğınsöndürmə sistemləri çox vaxt termal qaçış proseslərini tam şəkildə idarə edə bilmir və alovlanma kimi əlavə problemlərlə müşayiət olunur. Buna görə də, profilaktik yanaşmalarla yanaşı, yeni nəsil söndürmə texnologiyalarının işlənib hazırlanması litium-ion batareya yanğınlarının qarşısının alınması və idarə olunması baxımından vacib elmi-tədqiqat istiqaməti hesab olunur. Nəticə etibarilə, litium batareya yanğınlarının mürəkkəbliyi və alovlanma xüsusiyyətlərini həll etmək üçün təmiz və səmərəli yanğınsöndürmə texnologiyalarının inkişafı gələcək tədqiqatlar üçün əsas diqqət mərkəzindədir.

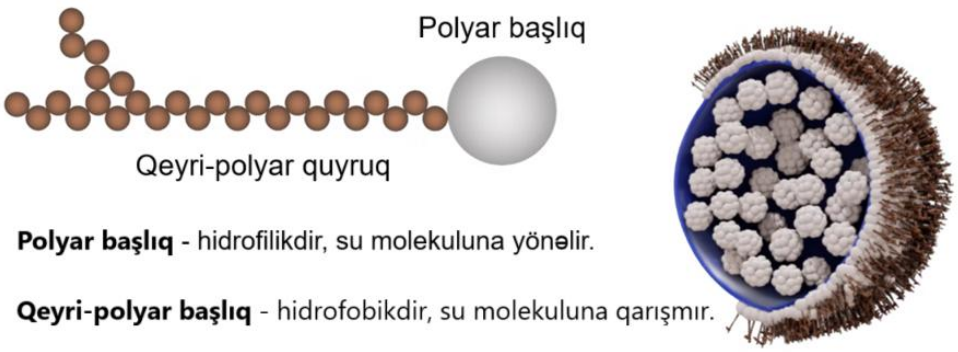
Hidrogel əsaslı yanğınsöndürmə vasitələrinin litium-ion batareyalarındakı termal qaçış hadisələrində effektivliyi yüksək səviyyədədir. Onlar üçqat mexanizmə malikdirlər: endotermik soyutma, oksigenin təcrid edilməsi (barier effekti) və yanma prosesinin zəiflədilməsi, dayandırılması. Bu istiqamətdə laborator təcrübələr göstərir ki, 10 kq hidrogelin soyutma effekti 20 kq sudan iki dəfə çoxdur və termal qaçışın yayılmasını üç dəfə daha uzun dövr müddətində əngəlləyir. Həmçinin, hidrogel səth temperaturunu sürətlə kritik səviyyənin altına endirir və yenidən alışma riskini azaldır. Bununla yanaşı, hidrogel ekoloji cəhətdən təmiz, toksik deyil və cihazların ətrafında əlavə kirlənmə yaratmır. Lakin, bu texnologiyanın tətbiq sahəsi hələ məhduddur və yüksək istehsal xərcləri onun geniş tətbiqinə əngəl törədir [19].

Digər müasir söndürmə vasitələri də litium-ion batareya yanğınlarında özünəməxsus üstünlüklərə malikdir. Perfluoroheksanon ($C_6F_{12}O$) əsaslı yanğınsöndürənlər yüksək söndürmə gücü, elektrik izolyasiya xüsusiyyəti və qalıqsız tətbiqi sayəsində elektrik yanğınlarında geniş istifadə olunur. Lakin onun tərkibindəki perfluorlaşdırılmış birləşmələr ətraf-mühitə və sağlamlığa zərərli ola bilər, həmçinin korroziya riski daşıyır.

Son tədqiqatlar litium-ion batareyaların yanğınlarının söndürülməsində xüsusiyyətləri və kimyəvi təbiəti sayəsində maye azotun perspektivli vasitə olduğunu göstərir. O, sürətlə buxarlanaraq soyuq azot qazına çevrilir və eyni

zamanda istiliyi udaraq oksigenin mövcudluğunu azaldır, bununla da termal qaçışın inkişafını məhdudlaşdırır. Eksperimental araşdırmalar göstərir ki, ilkin termal qaçış şəraitində maye azotun qabaqlayıcı tətbiqi yanğının yayılmasının qarşısını alır və digər batareyalara mənfi təsir göstərmir. Ənənəvi vasitələrdən fərqli olaraq, maye azot toksik yan məhsullar və ya qalıqlar yaratmır, ətraf mühitə minimal təsir göstərir və yüksək təhlükəsizlik təmin edir.

Bu sahədə araşdırmaların bir digər obyekti isə kompozit tərkibə malik quru toz əsaslı yanğınsöndürən vasitələr olmuşdur. Bu kompozit toz ənənəvi quru tozlarla müqayisədə termal qaçaq temperaturda daha çox istilik udma qabiliyyəti nümayiş etdirir. Təcrübələr göstərir ki, bu vasitə termal qaçışın yayılmasının qarşısını ala bilər. Quru tozlu söndürücülərin əsas üstünlüyü onların əhəmiyyətli dərəcədə istilik uda bilməsi, qoruyucu örtük yarada bilməsi, həmçinin nano ölçülü quruluşa malik olması səbəbindən batareya daxilinə nüfuz edə bilməsi imkanlarıdır.



Şəkil 2. Kapsullaşdırma texnologiyası (encapsular technology).

Bu istiqamətdə ən müasir texnologiya molekulyar yanaşamalardadır desək, yanılmarıq. Son araşdırmalar göstərir ki, hazırda molekulyar inkişafın

yanğınsöndürmə vasitələrinə tətbiqi yanğınsöndürmə köpükləri vasitəsilə mümkündür. Bu əsaslı ən müasir və hazırda aktiv inkişaf mərhələsində olan texnologiya isə kapsullaşdırma texnologiyasıdır (encapsular technology). Hazırda kommersiya markası olaraq yalnız bir vasitə (F500EA – Encapsular Technology) yanğınsöndürmə köpüyü mövcuddur. Su ilə 3% məhlul əmələ gətirən bu köpüyün tədqiqatına 2008-ildən başlanılmış, bir sıra elmi-tədqiqat və yanğın təhlükəsizliyi sınaq laboratoriyalarında məhz litium-ion batareyaları yanğınlarında tətbiq edilmiş, uğurlu nəticələr vermişdir. Hollandiyanın beynəlxaq və avropa standartları tərəfindən tanınan NEN milli standartı isə 2021-ci ildən suya qatılan odsöndürücü maddələrlə doldurulmuş balonların litium-ion batareyalarına tətbiqini sınaqdan keçirən NTA 8133 standartını təsis etmiş, sınaqlara başlamışdır. Belə qənaətə gəlinmişdir ki, bu məhsul da daxil olmaqla litium-ion batareyalarda baş verən termal qaçış prosesinin qarşısını alan effektiv vasitə olmasa da onun yayılmasının qarşısını almaqda bu məhsul timsalında kapsullaşdırma texnologiyası effektivlik göstərir. Nəticə etibarilə 2023-cü ildə bu yanğınsööndürən köpüyün 600 Vt və ya daha az güclü litium-ion batareya yanğınların söndürülməsi üçün uyğun olduğu qəbul edilmiş və NTA 8133 standartı əsasında sertifikatlaşdırılıb.

Təbii ki, bunlarla yanaşı bu məhsulun istehsal mürəkkəbliyi, iqtisadi səmərəliliyi, eyni zamanda güclü batareya yanğınlarında effektivliyi, qapalı mühitə təsiri kimi bir neçə çatışmazlıqları mövcuddur. İlk öncə nəzərə almaq lazımdır ki, müasir elektromobillərdə batareya tutumu kiçik modellər üçün belə 35-60 kVt arasında dəyişir belə olduğu təqdirdə bu hal qeyd edilən texnologiyanı elektrikli skuter batareyaları ilə məhdudlaşdırır. Araşdırmalara əsasən demək olar ki, 2024-cü ildə Koreya şirkəti tərəfindən Kia markalı avtomobildə ilkin yanğınsöndürmə vasitəsi olaraq sınaqdan keçirilmiş və yanğının ilk anında tətbiq edilərək 5 dəqiqə müddətində effektivlik göstərmişdir. Lakin nəzərə almaq lazımdır ki, bu istiqamətdə tətbiqi hələ öz təsdiqini tapmamışdır [20-21].

Bütün bunlarla yanaşı nəzərə almaq lazımdır ki, litium-ion batareya yanğınlarının söndürülməsində istifadə olunan vasitələrin hər birinin özünəməxsus

üstünlükləri və məhdudiyyətləri mövcuddur. Su əsaslı gel yanğınsöndürmə vasitələri yüksək səmərəliliyi, təhlükəsizliyi və aşağı ekoloji təsiri ilə seçilir, həmçinin təmizlənməsi asan olduğundan məhz litium-ion batareya yanğınları üçün daha münasib hesab olunur. Perfluoroheksanon əsaslı vasitələr yüksək effektivlik göstərsə də, orta səviyyədə təhlükəsizlik və ekoloji çirklənmə riski ilə müşayiət olunur. Maye azot yüksək səmərəlilik və təhlükəsizlik təmin etməklə yanaşı, ekoloji baxımdan zərərsizdir, lakin istifadəsi xüsusi avadanlıq tələb etdiyindən təmizlənmə çətinliyi orta səviyyədə qiymətləndirilir. Quru toz söndürmə vasitələri geniş tətbiq sahəsinə malik olmaqla yüksək effektivlik və təhlükəsizlik təmin edir, lakin istifadədən sonra təmizlənmə işləri tələb etdiyindən əlavə çətinlik yaradır. Beləliklə, optimal vasitənin seçimi yanğının növündən, təhlükəsizlik tələblərindən və ekoloji amillərdən asılı olaraq dəyişir.

Nəticə. Beləliklə sonda aparılan təhlillər fonunda qeyd etmək olar ki, hazırda litium-ion batareya yanğınlarının söndürülməsi üzrə effektiv vasitələrin tapılması istiqamətində araşdırmalar davam etdirilir. Bu növ batareyalarda əsas təhlükə mənbəyi olan termal qaçış prosesinin qarşısının effektiv şəkildə alınması hələ də aktual araşdırma sahəsidir. Bu isə onu deməyə əsas verir ki, elektromobillərin iştirakı ilə baş vermiş qəzalarda belə batareyaların zədələnməsi və nəticədə çıxan yanğında termal qaçış prosesinin başlanması effektiv xilasetmə əməliyyatları üçün əsas təhlükə mənbəyi olacaqdır. Bununla yanaşı qəzalı avtomobillərin təmir emalatxanalarında və ya nasaz avtomobillərin parklanma yerlərində, enerjidoldurma məntəqələrində ani yanğınları prosesin tez bir zamanda arzuolunmaz dərəcədə genişlənməsinə, fəlakətli səviyyəyə çatmasına səbəb ola bilər. Bu səbəbdəndir ki, istər ölkəmizdə, istərsə də dünyada avtomobil parkının elektromobilləşdirilməsi zaman bu sahə üzrə mövcud risklər hərtərəfli qiymətləndirilməli, istər effektiv vasitələrin müəyyənləşdirilməsi, bu sahə üzrə məsul şəxslərin bilik və bacarıqlarının, məlumatlılıq səviyyələrinin artırılması, istərsə də bu sahə ilə əlaqəli şəxslərin, təşkilatların, qurumların və ən əsası əhalinin maarifləndirilməsi və s. bu kimi istiqamətlərdə effektiv tədbirlər nəzərə alınmalı və

görülməlidir.

Xülasə. Müasir dövrdə sürətlə inkişaf etməkdə olan və atmosferə atılan karbon qazı emissiyalarının böyük qisminin aradan qaldırılmasını təmin edən elektromobillər günümüzdə nəqliyyat sahəsində sürətlə öz yerini almaqdadır. Bu avtomobillərin əsas hissəsi olan, yüksək enerji tutumu, uzunmüddəti istifadə imkanı ilə qiymətləndirilən litium-ion batareyaları təbii olaraq geniş tətbiq tapmışdır. Bu hal paralelində litium-ion batareyaları üçün əsas təhlükə amillərindən biri olan termal qaçış probleminin də geniş yayılmasının əsasını təşkil edir. Belə olduğu halda dünya üzrə bir sıra tədqiqatçılar tərəfindən bu problemin həlli istiqamətində fəaliyyətlərə başlanılmış, termal qaçış prosesinin baş verməsinin qarşısını alan, baş verməsini əvvəlcədən təyin edə bilən, həmçinin sürətlə yayılsının qarşısını alan effektiv texnologiyaların və vasitələrin müəyyənləşdirilməsi və ya kəşfi istiqamətində əsaslı araşdırmalar aparılmışdır. Bu istiqamətdə günümüzə qədər əldə olunmuş nailiyyətlər və müəyyən edilmiş texnologiyaların müsbət və mənfi xüsusiyyətlərini əks etdirən təhlil aparılmış və bu məqalədə öz əksini tapmışdır.

Açar sözlər: Litium-ion batareya, termal qaçış, elektromobil, yanğınsöndürmə, kapsullaşdırma texnologiyası.

Abstract. In the modern era, electric vehicles, which are rapidly advancing and ensuring the reduction of a significant portion of carbon dioxide emissions released into the atmosphere, are increasingly taking their place in the transportation sector. The core component of these vehicles, lithium-ion batteries—valued for their high energy capacity and long-term usability—have naturally found widespread application. In parallel, this has also laid the foundation for the broad occurrence of one of the major risk factors associated with lithium-ion batteries: the problem of thermal runaway. Consequently, numerous researchers worldwide have undertaken efforts to address this issue, conducting substantial investigations aimed at identifying or developing effective technologies and tools capable of preventing the occurrence of thermal runaway, detecting its

onset in advance, and mitigating its rapid propagation. The achievements attained to date, along with analyses of the advantages and disadvantages of the identified technologies, are presented in this article.

Keywords: lithium-ion battery, thermal runaway, electric vehicle, fire suppression, encapsulator technology.

Аннотация. В современную эпоху электромобили, которые стремительно развиваются и способствуют сокращению значительной доли выбросов диоксида углерода в атмосферу, всё активнее занимают своё место в транспортном секторе. Ключевым компонентом этих транспортных средств являются литий-ионные аккумуляторы, ценимые за их высокую энергетическую ёмкость и долгосрочную эксплуатационную пригодность, что естественным образом обеспечило их широкое распространение. Вместе с тем это заложило основу для массового проявления одного из основных факторов риска, связанных с литий-ионными аккумуляторами, а именно проблемы теплового разгона. Вследствие этого многочисленные исследователи по всему миру предпринимают усилия для решения данной задачи, проводя масштабные исследования, направленные на выявление или разработку эффективных технологий и средств, способных предотвращать возникновение теплового разгона, обнаруживать его на ранних стадиях, а также ограничивать его стремительное распространение. В настоящей статье представлены достигнутые на сегодняшний день результаты, а также проведён анализ преимуществ и недостатков выявленных технологий.

Ключевые слова: литий-ионный аккумулятор, тепловой разгон, электромобиль, тушение пожаров, технология инкапсуляции.

İstifadə olunmuş ədəbiyyat

1. İ.ü.f.d., dosent Fuad Mirzəyev “Elektromobil gələcəyin nəqliyyat vasitəsi kimi: Azərbaycanda elektrik və hibrid mühərrikli avtomobil parkının müasir

vəziyyəti, inkişaf perspektivləri" "İqtisadi islahatlar" elmi-analitik jurnal № 2(7) 2023 75-82

2. FED.az "Avtomobil idxalı artdı, amma orta dəyər azaldı – GÖSTƏRİCİLƏR" 2025

3. P. Shi; H. Zhu; X. Dong; B. Hai "Research Progress on Thermal Runaway Warning Methods and Fire Extinguishing Technologies for Lithium-Ion Batteries." World Electr. Veh. J. - 2025, 16, 81. https://doi.org/10.3390/wevj16020081

4. Q. Wang; L. Jiang; Y. Yu; J. Sun, "Progress of Enhancing the Safety of Lithium Ion Battery from the Electrolyte Aspect." Nano Energy 2019, 55, 93–114.

5. D. Guo; P. Guo; L. Sun; P. Xiao "Research on the influence of water mist on the performance of lithium iron phosphate energy storage battery modules." Fire Sci. Technol. 2022, 41, 1093–1097.

6. S. Mallick; D.Gayen, "Thermal Behaviour and Thermal Runaway Propagation in Lithium-Ion Battery Systems—A Critical Review." J. Energy Storage 2023, 62.

7. H. Lu; W. Shen; D. Lv; J. Zhao; W. Song,; R. Tan "Research Progress on Safety Strategies for Thermal Runaway in Lithium-Ion Batteries." Mater. Rep. 2025, 1–33.

8. S. Yu; Y. Mao; J. Xie; C. Xu; T. Lu "Thermal Runaway Chain Reaction Determination and Mechanism Model Establishment of NCA-Graphite Battery Based on the Internal Temperature." Appl. Energy 2024, 353.

9. G. Zhang; X. Wei; X. Tang; J. Zhu; S. Chen; H. Dai "Internal Short Circuit Mechanisms, Experimental Approaches and Detection Methods of Lithium-Ion Batteries for Electric Vehicles: A Review." Renew. Sustain. Energy Rev. 2021, 141.

10. B. Liu; Y. Jia; C. Yuan; L. Wang; X. Gao; S. Yin; J. Xu "Safety Issues and Mechanisms of Lithium-Ion Battery Cell upon Mechanical Abusive Loading: A Review." Energy Storage Mater. 2020, 24, 85–112.

11. X. Lai; C. Jin; W. Yi; X. Han; X. Feng; Y. Zheng; M. Ouyang “Mechanism, Modeling, Detection, and Prevention of the Internal Short Circuit in Lithium-Ion Batteries: Recent Advances and Perspectives.” Energy Storage Mater. 2021, 35, 470–499.

12. J. Grabow; J. Klink; R. Benger; I. Hauer; H. Beck, “Particle Contamination in Commercial Lithium-Ion Cells—Risk Assessment with Focus on Internal Short Circuits and Replication by Currently Discussed Trigger Methods.” Batteries 2023, 9, 9.

13. B. Gulsoy; T.A. Vincent; J.E.H. Sansom; J. Marco “In-Situ Temperature Monitoring of a Lithium-Ion Battery Using an Embedded Thermocouple for Smart Battery Applications.” J. Energy Storage 2022, 54.

14. B. Sun; G. Xu; X. Ji; Z. Yang; C. Guan; S. Chen; X. Chen; Y. Ma; Y. Yu; J. Feng “A Strain-Resistant Flexible Thermistor Sensor Array Based on CNT/MXene Hybrid Materials for Lithium-Ion Battery and Human Temperature Monitoring.” Sens. Actuators A Phys. 2024, 368.

15. X. Feng; D. Ren; X. He; M. Ouyang “Mitigating Thermal Runaway of Lithium-Ion Batteries.” Joule 2020, 4, 743–770.

16. H. Sun; N. Muralidharan; R. Amin; V. Rathod; P. Ramuhalli; I. Belharouak “Ultrasonic Nondestructive Diagnosis of Lithium-Ion Batteries with Multiple Frequencies.” J. Power Sources 2022, 549.

17. Y. Wang; X. Lai; Q. Chen; X. Han; L. Lu; M. Ouyang; Y. Zheng “Progress and Challenges in Ultrasonic Technology for State Estimation and Defect Detection of Lithium-Ion Batteries.” Energy Storage Mater. 2024, 69.

18. Y. Shen; B. Zou; Z. Zhang; M. Xu; S. Wang; Q. Li; H. Li; M. Zhou; K. Jiang; K. Wang “In Situ Detection of Lithium-Ion Batteries by Ultrasonic Technologies.” Energy Storage Mater. 2023, 62.

19. J. Zhang; T. Fan; S. Yuan; C. Chang; K. Wang; Z. Song; X. Qian “Patent-Based Technological Developments and Surfactants Application of Lithium-Ion Batteries Fire-Extinguishing Agent.” J. Energy Chem. 2024, 88, 39–63.

20. Advanced Eco System Inc. F-500EA® Fire Suppression and Encapsulator Agent. https://www.advancedecosystems.net/f500

21. Hazard Control Technologies, Inc. Lithium-ion Battery Fire Testing with F-500 EA® 150 WALTER WAY, FAYETTEVILLE, GEORGIA 30214 HCT-WORLD.COM

ELEKTROMOBİLLƏRİN TƏTBİQİ VƏ İNFRASTRUKTURUNUN İNKİŞAFINDA YANĞIN TƏHLÜKƏSİZLİYİ TƏDBİRLƏRİ

Cəmil Xudiyev

Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Dövlət Yanğın Nəzarəti Xidmətinin rəis müavini, daxili xidmət polkovniki

E-mail: Jamil.Khudiyev@fhn.gov.az, cemil.xudiyev.711@gmail.com

Müasir texnologiyanın inkişaf etdiyi və ətraf mühitin mühafizəsinin daha da aktuallaşdığı bir dövrdə elektrik enerjisi ilə işləyən nəqliyyat vasitələrinin əhəmiyyəti artmaqdadır. Əgər XX əsrdə elektriklə işləyən nəqliyyat vasitələrindən bəhs etmək reallıqdan uzaq görünürdüsə, artıq bu cür avtomobillər müasir nəqliyyatın əsas tərkib hissələrindən birinə çevrilməkdədir. Təsadüfi deyildir ki, 2015-ci ildə qəbul edilən BMT-nin İqlim Dəyişmələri üzrə Çərçivə Konvensiyasında elektriklə çalışan bütün növ avtomobillərin istifadəsinin genişləndirilməsi ən mühüm məsələlərdən biri kimi qarşıya qoyulmuş və inkişaf etmiş ölkələrin prioritetinə çevirilmişdir. Sözügedən konvensiyanı imzalayan tərəflərdən biri kimi Azərbaycan hökuməti də elektromobillərin istifadəsinin təşviqi istiqamətində son illər mühüm addımlar atmağa başlamışdır. Bu sahədə atılan ilkin addımlardan biri olaraq, “Elektrik mühərrikli nəqliyyat vasitələrindən istifadənin təşviq edilməsi haqqında” ölkə başçısı tərəfindən 7 mart 2024-cü il tarixli, 42 nömrəli Sərəncam imzalanmışdır. Elektromobillərin geniş istifadəsi üçün münasib infrastruktur və müvafiq qanunvericilik vacib şərtlərdəndir. Elektrik mühərriki ilə işləyən avtomobillər üçün infrastrukturun yaradılması və onların istifadəsinin təşviqinə dair müddəalar "Azərbaycan Respublikasında kommunal xidmətlərin inkişafına dair Strateji Yol Xəritəsi"ndə də öz əksini tapmışdır. Həmin sənəddə, yaxın illərdə Azərbaycanda elektrik mühərriki ilə işləyən avtomobillərin

sayının artacağı gözlənildiyindən, onların geniş istifadəsini təmin etmək üçün tam formalaşmış elektrik enerjisi infrastrukturunun yaradılması nəzərdə tutulur. Hazırda ölkəmizdə elektromobillərin istifadəsi üçün zəruri infrastrukturun yaradılması istiqamətində son illər həyata keçirilmiş islahatlar nəticəsində, bu infrastrukturun əsas elementi hesab edilən və yanğın təhlükəliliyi baxımından risk daşıyan elektrik doldurma məntəqələrinin Bakı şəhərində və bölgələrimizdə sayı artmışdır. Mövcud şəraitdə ölkəmizdə elektromobillərin tətbiqi ilə bağlı infrastrukturun yaradılması sahəsində yanğın təhlükəsizliyi normalarının olmaması səbəbindən, ötən illərdə bu obyektlərin layihələndirilməsi, quraşdırılması və istismarı ilə bağlı yanğın təhlükəsizliyi standartlarının hazırlanması, norma və qaydaların müəyyən olunması, eləcə də onlara əməl edilməsinə nəzarətin təmin edilməsi işlərində Dövlət Yanğın Nəzarəti Xidməti bir sıra çətinliklərlə üzləşirdi. Sözügedən sahədə normativ-texniki tənzimləmənin təminatı sahəsində ölkənin elm və təhsil müəssiələrində aparılan işlərlə əlaqədar tərtib edilən sənəd layihələrinin hazırlanmasında Xidmətin mütəxəssislərinin iştirakı təmin edilmişdir. 2025-ci ilin aprel ayında Azərbaycan Respublikasının Dövlət Şəhərsalma və Arxitektura Komitəsinin Kollegiyasının 2025-ci il 14 mart tarixli 3-35/3-2- 2/2025 nömrəli qərarı ilə AzDTN 2.7-5 “Yanacaq və elektrik doldurma məntəqələrinin layihələndirmə normaları” texniki normativ hüquqi aktının təsdiqlənərək qüvvəyə minməsi bu sahədə tənzimləmənin əsasını qoymuş və elektromobillərin tətbiqi ilə bağlı infrastruktur obyektlərinin yanğın təhlükəsizliyinin təmin edilməsinə dair tədbirlərin həyata keçirilməsinə imkan yaratmışdır. Tətbiq edilmiş normativ hüquqi akt avtomobil nəqliyyat vasitələrinin yanacaq və elektrik enerjisi ilə doldurulması üçün nəzərdə tutulmuş məntəqələrin layihələndirilməsi, yerləşdirilməsi və tikintisi zamanı yanğın təhlükəsizliyi tələblərinin layihəçilər və mühəndislər tərəfindən düzgün tətbiq edilməsini təmin edir. Eyni zamanda həmin normativ hüquqi akt müvafiq sahədə nəzarət fəaliyyətinin vahid çərçivədə həyata keçirilməsinə və sabit yanaşmanın formalaşdırılmasınada şərait yaradır. Bununla yanaşı tətbiq edilən norma elektrik doldurma məntəqlərininqurulmasına dair məkanların seçiminidə

müəyyən etməyə şərait yaratmışdır. Belə ki, elektrik mühərrikli avtomobil nəqliyyat vasitələri üçün elektrik doldurma məntəqələri yanacaqdoldurma məntəqələrində, texniki-təmir stansiyalarında, avtomobil nəqliyyat vasitələrinin dayanacaqlarında, fərdi və ictimai qarajlarda, dəmiryolu və avtobus vağzallarının, hava limanlarının dayanacaqlarında, fərdi yaşayış evlərinin həyətyanı torpaq sahələrində nəzərdə tutula bilər. Beləliklə, hazırda Bakı şəhərində və bölgələrimizdəelektrik mühərrikli nəqliyyat vasitələrinin elektrik enerjisi ilə doldurulmasını təmin edən məntəqələrin yerləşdirilməsi zamanı bir sıra yanğın təhlükəsizliyi tələblərinə əməl olunmasına nəzarət həyata keçirilir. Buraya şarj sistemlərinin "Elektrik qurğularının quraşdırılması Qaydaları"na uyğun qurulması, digər obyektlərlə yanğına qarşı ara məsafəsinin gözlənilməsi, yanğın avtomobillərinin obyektə yaxınlaşma imkanının təmin olunması, məntəqələrin yanğınsöndürmə vasitələri ilə təchiz edilməsi, yanğın əleyhinə xarici su kəmərinin mövcudluğu və hovuzların təmin edilməsi, habelə yanğına qarşı sədlərin düzgün seçilməsi daxildir. Qeyd olunanlarla bərabər, istifadəyə verilmiş obyektlərin istismarı dövründə elektrik dolurma qurğularının və onların zəruri avadanlıq və cihazlarının izolyasiyası pozulmuş və ya qoruyucu xüsusiyyətlərini itirmiş kabel və keçiricilərdən istifadə olunması, açıq uclu keçiricilərin və kabellərin gərginlik altında saxlanılması, qidalanma kabellərinə calaq edilmə halları vaxtında aşkar olunaraq qarşısının alınması məqsədilə yanğın-texniki müayinələr çərçivəsində zəruri tədbirlər görülür. Müzakirə mövzusu olan elektormobillərin tətbiqi ilə bağlı təhlükəsizliyin etibarlı təmin edilməsinə daha ciddi yanaşılması kontekstində hökumət cari ilədə əlavə olaraq "Lisenziyalar və icazələr haqqında" Azərbaycan Respublikasının Qanununa dəyişiklik edərək yanacaqdoldurma məntəqələrinin inşası fəaliyyətini lisenziya tələb olunan fəaliyyət növlərinin siyahısına daxil etməklə, bu sahədə işlərin görülməsinə icazə ixtisaslaşmış mütəxəssislərdən ibarət təşkilati hüquqi formasından asılı olmayaraq, hüquqi şəxs, xarici hüquqi şəxsin filialı, nümayəndəliyi və fərdi sahibkarlara verilmişdir. Qeyd olunanları

nəzərə alaraq, elektromobillərin tətbiqi və istifadəsi zamanı yanğın təhlükəsizliyinin etibarlı təmin edilməsi məqsədilə təklif olunur:

- elektrik doldurma məntəqələrində çalışan işçilərin yanğın təhlükəsizliyi sahəsində minimum biliklərə sahib olması üçün müvafiq sahədə ixtisaslaşmış tədris müəssisələrində kurslara cəlb olunması və zəruri şəhadətnamələrlə təmin edilməsi.
- elektrik doldurma məntəqələrinin yanğın təhlükəsizliyinə cavabdeh şəxsləri tərəfindən elektrik doldurma qurğularının, o cümlədən zəruri avadanlıq və cihazlarının dövrü olaraq yoxlanılması məqsədilə nəzarət və auditin təşkil edilməsi.
- elektrik doldurma məntəqələrinin işçiləri, o cümlədən elektromobil sürücülərinin yanğın təhlülkəsizliyi qaydalarının tələbləri və yanğın zamanı davranış qaydaları mövzusunda maarifləndirmə işlərinin təşkili, KİV-lərdə bu mövzuda videoçarxlarıntirajlanması, radio və digər sosial şəbəkə resurslarında mütəmadi olaraq mövzu ətrafında mütəxəssislərin müzakirələrinin təşkili.
- Azərbaycan Respublikasının Dövlət Şəhərsalma və Arxitektura Komitəsinin Kollegiyasının 2025-ci il 14 mart tarixli 3-35/3-2- 2/2025 nömrəli qərarı ilə təsdiq edilmiş AzDTN 2.7-5 "Yanacaq və elektrik doldurma məntəqələrinin layihələndirmə normaları" texniki normativ hüquqi aktının və Azərbaycan Respublikası Energetika Nazirliyinin Kollegiyasının 2024-cü il 27 iyun tarixli 3-15/3-1-4/2024 nömrəli Qərarı ilə təsdiq edilmiş Elektrik qurğularının quraşdırılması Qaydaları"nın Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyasının "Yanğın təhlükəsizliyi" fakültəsinin, o cümlədən digər təhsil müəssisələrində aidiyyəti sahə üzrə mühəndislik ixtisası üzrə təhsil alanların fakültələrinin tədris proqramına əlavə edilməsini.
- elektrik doldurma məntəqələri infrastrukturunun təhlükəsiz, qəzasız və etibarlı istismarı ilə əlaqədar Azərbaycan Respublikası Nazirlər Kabinetinin 2005-ci il 2 fevral tarixli 18 nömrəli qərarı ilə təsdiq edilmiş "Elektrik

enerjisindən istifadə Qaydaları”nın 6.1-ci bəndində nəzərdə tutulan dövlət nəzarətinin həyata keçirilməsinin gücləndirilməsini.

Xülasə: Məqalədə elektromobillərin istifadəsinin təşviqi və onlar üçün müvafiq infrastrurkturun yaradılması sahəsində Azərbayacan hökuməti tərəfində aparılan islahatlar, qəbul edilmiş normativ hüquqi aktlar və mövcud vəziyyətlə bağlı şərh verilmişdir.

Elektomobillərin sarj məntəqələrin layihələndirliməsi, inşası və istismarı dövründə yanğın təhlükəsizliyi tələblərinə əməl edilməsinə nail olunması sahəsində dövlət yanğın nəzarəti orqanı tərəfindən görülən əsas tədbirlər təsvir edilmiş və bu sahəd yanğın təhlükəsizliyinin etibarlı təmin edilməsi üçün gələcəkdə həyata keçirilməsi məqsədəmüvafiq olan tədbirlər barədə təkliflər təqdim edilmişdir.

Açar söz: nəqliyyat, elektrik, avtomobil, **e**lektomobill, infrastruktur, yanğın, təhlükəsizliyi, elektrik doldurma.

Аннотация: В статье дается комментарий к реформам, проводимым правительством Азербайджана в области стимулирования использования электромобилей и создания для них соответствующей структуры, а также к принятым в этой области нормативно-правовым актам. В статье излагаются основные меры, принимаемые органом государственного пожарного надзора для обеспечения соблюдения требований пожарной безопасности при проектировании, строительстве и эксплуатации зарядных станций для электромобилей.

Ключевые слова: траспорт, электричество, автомобиль, электромобиль, инфраструктура, пожар, безопасность , электрическая зарядка.

Abstract: The article provides commentary on the reforms implemented by the government of Azerbaijan to promote the use of electric vehicles and to develop the necessary supporting infrastructure. It also analyzes the regulatory legal acts adopted in this field. In addition, the article outlines the main measures taken by the state fire supervision authority to ensure compliance with fire safety

requirements during the design, construction, and operation of electric-vehicle charging stations.

Keywords: transportation, electricity, automobile, electric vehicle, infrastructure, fire, safety, charging.

Ədəbiyyat siyahısı

1. (səh 2) “Elektrik mühərrikli nəqliyyat vasitələrindən istifadənin təşviq edilməsi haqqında” Azərbaycan Respulikası Prezidentinin 7 mart 2024-cü il tarixli, 42 nömrəli Sərəncamı;

2. (səh 2) Azərbaycan Respublikasının Dövlət Şəhərsalma və Arxitektura Komitəsinin Kollegiyasının 2025-ci il 14 mart tarixli, 3-35/3-2- 2/2025 nömrəli qərarı ilə təsdiq olunmuş AzDTN 2.7-5 “Yanacaq və elektrik doldurma məntəqələrinin layihələndirmə normaları”;

3. (səh-3) Azərbaycan Respublikası Energetika Nazirliyinin Kollegiyasının 2024-cü il 27 iyun tarixli, 3-15/3-1-4/2024 nömrəli Qərarı ilə təsdiq edilmiş “Elektrik qurğularının quraşdırılması Qaydaları”;

4. (səh 3) Azərbaycan Respublikası DİN BDYTİ-nin 25 may 2001-ci il tarixli, 85 nömrəli əmri ilə təsdiq edilmiş “Azərbaycan Respulikasında yanğın təhlükəsizliyi Qaydaları”;

5. **(**səh 3) Azərbaycan Respublikası Dövlət Şəhərsalma və Arxitektura Komitəsinin 18.09.08-ci il tarixli, 73 №-li əmri ilə qüvvəyə mindirilmiş DTN 2.02-0197. “Bina və qurğuların yanğın təhlükəsizliyi” ;

6. (səh 3) “Elektrikli avtomobillərin dayanacaqlarının yanğın təhlükəsizliyi” А.С. Харламенков. Rusiya Federasiyasının Mülki Müdafiə, Fövqəladə Hallar və Təbii Fəlakətlərin nəticələrinin aradan qaldırılması üzrə Dövlət Yanğınqarşı Xidmətinin Akademiyası, Moskva, Rusiya Federasiyası, 2023-cü il;

7. (səh-4) Azərbaycan Respublikası Nazirlər Kabinetinin 2005-ci il 2 fevral tarixli, 18 nömrəli qərarı ilə təsdiq edilmiş “Elektrik enerjisindən istifadə Qaydaları”.

УДК 614.847.79

ВИРТУАЛЬНЫЙ ТРЕНАЖЁР ДЛЯ ОТРАБОТКИ ДЕЙСТВИЙ ПО СПАСЕНИЮ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРАХ

Капустин А.А.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России
E-mail: alexkapustin96@mail.ru

Калач А.В.

доктор химических наук, профессор,
почетный работник сферы образования РФ
Воронежский институт ФСИН России
E-mail: a_kalach@mail.ru

Виртуальная реальность (VR) является мощной технологией, которая погружает пользователя в иммерсивную (цифровую) среду, которая заменяет реальную жизнь на ее виртуальное восприятие. Когда человек находится в VR-пространстве его сенсорные органы чувств (зрительные, слуховые, вестибулярные и тактильные анализаторы) стимулируются искусственным образом обманывая тело в принятии иной версии действительности.

В настоящее время технология VR-пространства применяется в самых разных областях, от игровой индустрии до пожарной безопасности.

С каждым годом рынок иммерсивных технологий расширяется и виртуальные технологии становятся доступнее.

Современные технологии VR-пространства революционизируют подход

к обеспечению пожарной безопасности на объектах защиты. Данные решения включают в себя высокую эффективность обучения, безопасность тренировок и экономию ресурсов.

Стоит отметить, что большинство разработчиков виртуальных тренажеров нацелены на программно-аппаратный комплекс, включающий в себя (табл.):

- сценарии тушения возникших пожаров, в основном, первичными средствами пожаротушения (огнетушители, кошма и др.);

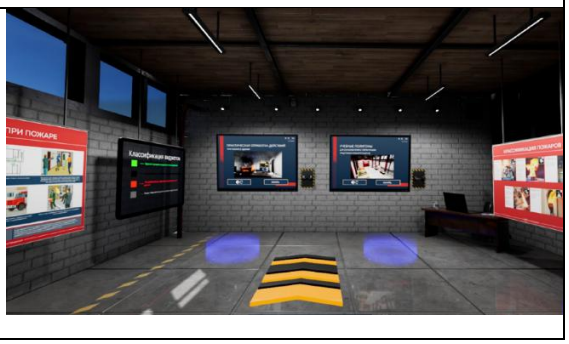
- отработка действий в результате процесса организованного самостоятельного движения людей наружу или в безопасную зону при возникновении пожара в здании;

- проведение следственных действий при расследовании пожаров;

- проведение обследования объектов защиты на предмет соответствия установленным требованиям пожарной безопасности;

- моделирование чрезвычайных ситуаций и другое.

Таблица - Современные виртуальные тренажеры в области пожарной безопасности

№ п/п	Страна/компания	Виртуальный тренажер (основное назначение)	Изображение
1.	Россия	Тренажёр виртуальной реальности «Пожарно-технический минимум и применение первичных средств пожаротушения	

2.	Китай	Виртуальный тренажёр по отработке навыков тушения пожаров на океанских судах	
3.	Республика Беларусь	Экспериментальный макет тренажёра с имитацией эффектов физических воздействий в условиях виртуальной реальности для подготовки спасателей-пожарных	
4.	Россия	Виртуальный тренажёр для проведения практических занятий по дисциплине «Расследование пожаров»	

5.	Россия	Флагманский продукт Номикс «Тренажёр виртуальной реальности по пожарной безопасности»	

На основании рассмотренных в таблице современных виртуальных тренажеров в области пожарной безопасности, стоит отметить, что без должного внимания остаются вопросы практической тренировки работников, трудящихся на объектах защиты, особенно, с массовым пребыванием граждан, по отработке навыков и умений пользоваться средствами спасения с высотных уровней с использованием виртуальных симуляторов и манипуляторов в иммерсивной среде.

Для решения данного вопроса разработана модель цифрового двойника спасательного устройства секционного типа (далее – СУС) [1-7], которая включает в себя последовательный набор секций (рис. 1): приемная секция, промежуточные секции и секция, направляющая спасаемых в безопасную зону от опасных факторов пожара.

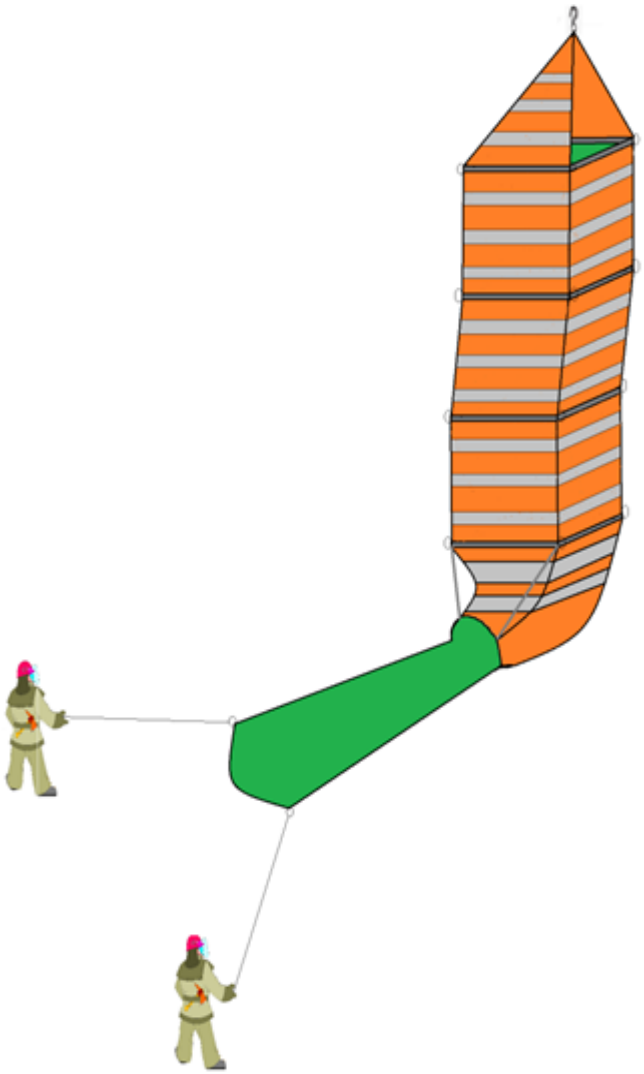


Рисунок 1 – Перспективный облик СУС, приведенного в работоспособное состояние [1-7]

Для отработки навыков и умений пользоваться СУС разработана аппаратная архитектура виртуального тренажера по осуществлению процесса спасения при пожарах на объектах с массовым пребыванием граждан с применением цифрового двойника СУС (далее – виртуальный тренажер СУС) (рис. 2).

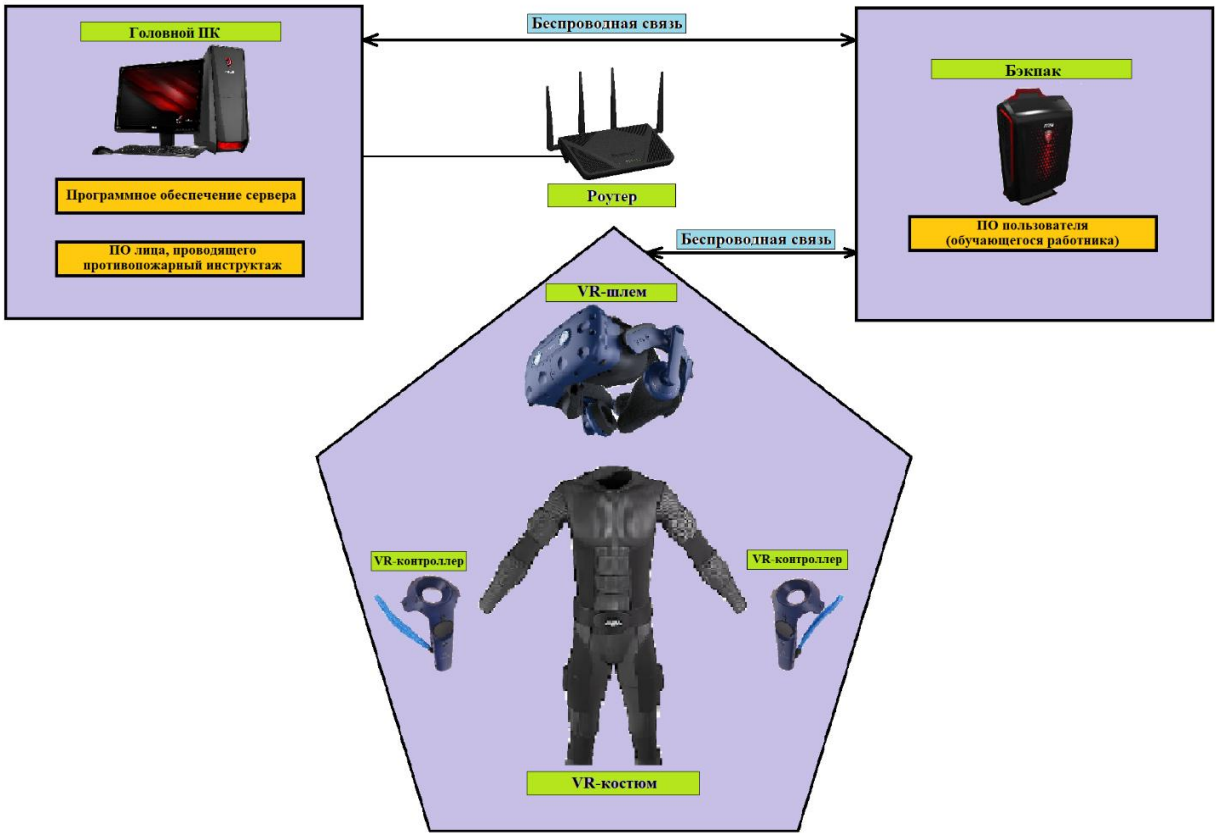


Рисунок 2 – Аппаратная архитектура виртуального тренажера

Согласно аппаратной архитектуре виртуального тренажёра, обучающийся работник воспринимает смоделированную иммерсивную среду посредством VR-шлема (необходим для визуализации обучающей симуляции в виртуальной среде), VR-контроллеров (позволяют взаимодействовать с предметами в виртуальной среде), а также VR-костюма (передает физическое воздействие в зависимости от заданного сценария).

Результатом применения виртуального тренажера СУС для обучения работников организации процессу спасения, в случае пожара, является:

- приобретение необходимых навыков и умений осуществлять процесс спасения с помощью СУС;

- отсутствие у работников страха применять СУС в случае

возникновения пожара в здании организации;

- сокращение времени проведения процесса спасения с помощью СУС;

- исключение возможности получения работниками травм при проведении тренировки по осуществлению процесса спасения с помощью виртуального тренажера СУС;

- сокращение значительных финансовых затрат со стороны организации на проведение практических тренировок по спасению людей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент на полезную модель № 227541 U1 Российская Федерация, МПК A62B 1/20. Спасательное устройство секционного типа : № 2024103394 : заявл. 12.02.2024 : опубл. 24.07.2024 / А.А. Капустин, А.В. Калач, Т.П. Сысоева [и др.]. ; заявитель ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России им. Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева».

2. Капустин А.А., Калач А.В., Шавалеев М.Р. К вопросу о совершенствовании устройств эвакуации людей из пожара / А.А. Капустин, А.В. Калач, М.Р. Шавалеев // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». - 2022. - № 3. - С. 18-25.

3. Капустин, А.А. Пропускная способность средств спасения и секционного устройства эвакуации при проведении аварийно-спасательных работ / А.А. Капустин, А.В. Калач, М.Р. Шавалеев // Пожары и чрезвычайные ситуации: предупреждение, ликвидация. - 2023. - № 3. - С. 112-118.

4. Капустин, А.А. Порядок документального подтверждения соответствия средств спасения людей при пожаре требованиям пожарной безопасности / А.А. Капустин, А.В. Калач, М.Р. Шавалеев // Пожары и чрезвычайные ситуации: предупреждение, ликвидация. - 2023. - № 4. - С. 44 52

5. Капустин, А.А. Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации / А.А. Капустин, А.В. Калач, М.Р. Шавалеев // Пожары и чрезвычайные ситуации: предупреждение, ликвидация. 2024. - № 3. - С. 142-152.

6. Капустин А.А. К вопросу применения спасательного устройства секционного типа при пожарах на объектах с массовым пребыванием граждан // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2025. № 1 (36). С. 78-87. https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2025.92.83.007.

7. Капустин А.А. Определение скорости движения человека в спасательном устройстве секционного типа // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2025. № 1. С. 163-173.

УДК 351.862.1
МРНТИ 78.75.33

ПОВЫШЕНИЕ ЗАЩИЩЁННОСТИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕТЧАТОЙ ЗАЩИТЫ ОТ УДАРОВ МИНИ ДРОНОВ

Жагупаров Ж.Е.

Доктор философий (PhD), профессор кафедры защиты в чрезвычайных ситуациях
Академий гражданской защиты им. М.Габдуллина МЧС Республики Казахстан
E-mail: zhak_87_87@mail.kz

Каирбеков К.К.

Кандидат военных наук, начальник кафедры защиты в чрезвычайных ситуациях
Академий гражданской защиты им. М.Габдуллина МЧС Республики Казахстан
E-mail: kenesar25.07@mail.ru

Введение. Современные зоны чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС), военных конфликтов (далее – ВК) и контртеррористических операций характеризуются стремительной трансформацией угроз, связанных с распространением беспилотных летательных аппаратов как мини дроны (далее – МД). МД, перестали быть исключительно инструментом разведки и наблюдения. Сегодня они активно применяются как ударные средства для доставки взрывчатых веществ, кинетического поражения целей или сброса боеприпасов. В условиях военных действий спасательные подразделения, работающие в прифронтовой полосе для эвакуации раненых и ликвидации

последствий обстрелов, сами становятся мишенью для МД и барражирующих боеприпасов (далее – ББ). Кроме того, террористические организации активно используют доступные коммерческие дроны для проведения атак на критическую инфраструктуру и экстренные службы, что было продемонстрировано в ходе многочисленных террористических актов по всему миру.

В контексте крупномасштабных ЧС, таких как разрушения после артобстрелов или взрывов, дроны могут использоваться для сбора информации, но одновременно сохраняется риск их применения враждебными элементами для срыва спасательных операций. Это создает принципиально новую операционную среду, для которой аварийно-спасательные машины (далее – АСМ) практический не предназначены.

Ключевая проблема заключается в том, что конструкция современных АСМ изначально разрабатывалась без учета угроз со стороны МД и ББ [1].

В результате современные АСМ отличаются повышенной уязвимостью по трём ключевым показателями: повреждение критически важных компонентов; живучесть экипажа; риск срыва спасательных работ.

Цель исследования: предложить концепцию встроенной сетчатой защиты АСМ для повышения безопасности личного состава и устойчивости спасательных работ.

Задачи исследования:

1. Проанализировать уязвимости конструкций АСМ перед воздействием МД и ББ.

2. Разработать концепцию модульной сетчатой защиты и обосновать её технические параметры.

3. Подготовить практические рекомендации по внедрению защиты в деятельность спасательных служб.

Методы исследования: Системный анализ, моделирование, экспертная оценка.

Основная часть. Современные тенденции в проектировании АСМ, как и автомобильной техники в целом, ориентированы на повышение эффективности, комфорта и экологичности. Однако эти инновации зачастую вступают в противоречие с требованиями защищенности в условиях новых угроз, таких как воздействие МД и ББ.

В практике снижения массы и повышения топливной экономичности производители активно внедряют алюминиевые сплавы, полимерные композиты и пластик в конструкцию кузовов, кабин и обтекателей. В то время как эти материалы выгодны с эксплуатационной точки зрения, их стойкость к кинетическому воздействию, ударной волне или осколкам значительно ниже, чем у традиционной стали. Сложные обводы и большие поверхности кузова повышают уязвимость, создавая обширные зоны потенциального повреждения (Рисунок 1) [2].

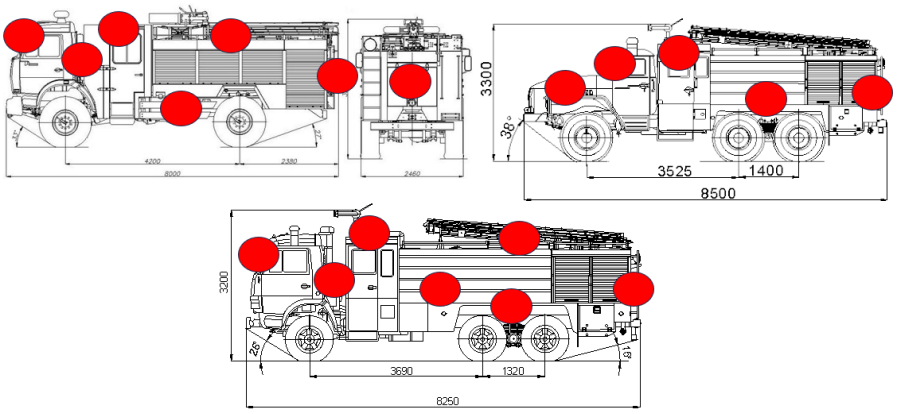


Рисунок 1 – Наиболее уязвимые места АСМ

Для обеспечения лучшего обзора и ситуационной осведомленности экипажа современные АСМ оснащаются панорамными лобовыми стеклами и многочисленными окнами. Стекло, даже будучи упрочненным, остается критически уязвимым элементом при столкновении с дроном. Кроме того, внешние датчики, камеры, системы связи и навигационные антенны,

выступающие над поверхностью кузова, представляют собой легко повреждаемые элементы, выход из строя которых может парализовать работу техники.

Современная спасательная техника насыщена электронными системами управления двигателем, насосами, гидравликой и специальным оборудованием. Блоки управления часто размещаются в подкапотном пространстве или за внешними панелями. Попадание осколков МД в моторный отсек или повреждение электропроводки может привести к полному отказу АСМ, что особенно критично в условиях проведения аварийно-спасательных работ.

Исторически АСМ создавались для работы в условно безопасной среде. Их конструкция не предусматривает бронирования, противоминной защиты или элементов активного и пассивного противодействия МД. В результате они оказываются беззащитными перед новой угрозой, для борьбы с которой требуются адаптивные и специализированные решения.

Прогрессивные тенденции в автомобилестроении, направленные на совершенствование функциональности, объективно повысили уязвимость спасательной техники. Получается парадокс: чем современнее и сложнее становятся машины, тем беззащитнее они оказываются перед примитивными, но массовыми средствами – мини-дронами. Данное противоречие обуславливает необходимость разработки и внедрения дополнительных модульных решений по защите, таких как защитные экраны, которые могут быть адаптированы к конкретным моделям АСМ без кардинального изменения их конструкции.

Военный опыт применения сетчатых защит демонстрирует их широкое распространение и подтверждённую эффективность в современных конфликтах. Решетчатые экраны стали неотъемлемым атрибутом танков (Т-72, Т-80, Т-90), боевых машин пехоты (БМП-2, БМП-3), бронетранспортеров и даже колесных грузовых автомобилей, особенно в ходе боевых действий на

Ближнем Востоке и в Украине. Этот масштабный натурный эксперимент доказал практическую ценность подобных систем защиты (Рисунок 2) [3].

Рисунок 2 – Решетчатые экраны

Основная задача таких экранов заключается в предотвращении детонации кумулятивной боевой части МД или малых ПТУР перед основным броневым листом. Решетка деформирует или разрушает корпус кумулятивного боеприпаса, инициируя преждевременную детонацию заряда на безопасном расстоянии от базовой брони. Многочисленные фото- и видео материалы техники из зоны боевых действий наглядно подтверждают эффективность этого способа.

Военные инженеры оперативно отработали различные конструкции креплений, включая болтовые, шарнирные и быстросъемные решения, а также определили оптимальные размеры ячейки для противодействия конкретным типам угроз, таким как ручной противотанковый гранатомёт или FPV-дроны. Кроме того, активно исследуются материалы для изготовления решеток из традиционной стали, легких сплавов и современных композитных материалов, что позволяет сочетать высокую защиту с мобильностью и удобством эксплуатации.

Несмотря на успешный и массовый опыт военных в применении сетчатых решёток, данная практика не была адаптирована для гражданского и

специального сектора, в частности для АСМ. Это создает критический пробел в системе безопасности спасательных формирований. В условиях современных конфликтов и террористических актов АСМ, зачастую не воспринимаются противником как нейтральные объекты. Их яркая окраска и концентрация делают их легкими и ценными целями для срыва спасательной операции и нанесения максимального психологического ущерба.

В отличие от военной сферы, производители АСМ и руководство спасательных ведомств не имеют утвержденных стандартов, технических регламентов или даже рекомендаций по оснащению техники средствами защиты от МД. Конструкция машин не предусматривает штатных мест для крепления подобного оборудования, что свидетельствует о системном упущении.

Важно подчеркнуть, что военный опыт применения защитных экранов представляет собой готовый концептуальный и технический подход. Он не требует фундаментальных научно-исследовательских работ, а лишь предусматривает адаптацию уже отработанных в бою решений к специфике конструкции и выполняемых задач АСМ. Это переводит задачу из плоскости теоретических изысканий в плоскость практической реализации и стандартизации, что является ключевым шагом для повышения защищенности спасательных подразделений.

Прямое попадание МД с подвесной взрывчаткой в АСМ приводит разрушительным последствиям, ставящим под угрозу как жизнь экипажа, так и выполнение спасательной операции. Конструкция кабин АСМ предусматривает панорамное остекление для обеспечения обзора, что делает водителя и спасателей крайне уязвимыми. Попадание МД в лобовое или боковое стекло приводит к разрушению остекления, при этом осколки стекла вызывают резаные и колотые ранения, приводя к потере зрения и неспособности управлять техникой. Кроме того, даже незначительный заряд, детонирующий вблизи экипажа, способен вызвать контузию и потерю

работоспособности (Рисунок 3) [4].

Рисунок 3 – Поврежденные АСМ

АСМ представляет собой совокупность жизненно важных систем, выход из строя которых парализует работу. Повреждение силового агрегата – попадание в радиатор, блок управления двигателем или топливную систему – приводит к остановке двигателя и обездвиживанию машины. Наружные насосы, генераторы, лебедки, системы освещения и связи, смонтированные на шасси, крайне уязвимы для кинетического воздействия и осколков; их повреждение делает технику бесполезной для выполнения задач. Антенны, датчики и оборудования, размещенные на крыше или бортах, являются первоочередными целями и легко выводятся из строя, лишая экипаж связи.

Вывод из строя даже одной единицы техники имеет каскадный операционно-тактический эффект. Подбитая и обездвиженная АСМ может заблокировать узкую дорогу или подъезд к месту ЧС, парализовав работу всей группировки. Потеря техники и экипажа требует срочного замещения, что критично в условиях дефицита времени при спасении людей. Наконец, гибель или ранение коллег оказывает глубокое деморализующее воздействие на личный состав, значительно снижая эффективность работы всего

подразделения.

Уязвимость АСМ и их экипажа перед МД представляет собой системную проблему, требующую незамедлительных инженерных решений. Отсутствие защиты экипажа ставит под сомнение саму возможность безопасного и эффективного проведения аварийно-спасательных работ в условиях современных конфликтов и террористических угроз.

Ключевым элементом предлагаемой концепции повышения защищенности АСМ является интеграция в их базовую конструкцию унифицированных штатных мест крепления для оперативного монтажа съемных защитных экранов. Данный подход кардинально отличается от идеи создания бронированных спасательных машин, обеспечивая гибкость, экономическую целесообразность и адаптивность к изменяющейся оперативной обстановке (Рисунок 4) [5].

Рисунок 4 – Образцы защитных экранов на АСМ

Принцип интеграции основан на унификации и стандартизации. На этапе проектирования или модернизации АСМ на силовой каркас кузова устанавливается система унифицированных кронштейнов, проушин или направляющих. Эти элементы располагаются в критических важных зонах – по периметру кабины, вокруг отсеков с оборудованием (генераторы, насосы), в районе топливных баков и радиаторов. Преимущество такого решения заключается в создании единого стандарта для крепления различных типов

защитных экранов (сеток, решеток) силами разных производителей.

Важнейшим достоинством модульного подхода является возможность быстрого монтажа и демонтажа. В условиях резкого обострения обстановки или при получении информации о высокой вероятности применения МД, расчеты спасателей смогут самостоятельно, без применения сложного инструмента, установить защитные экраны на заранее подготовленные места. Это может быть реализовано по принципу «болт-гайка» с применением быстросъемных соединений (например, типа «барашек») или системой защелок. Аналогично, при работе в безопасной зоне или для проведения технического обслуживания защита может быть так же быстро демонтирована.

В отличие от встроенного бронирования, которое утяжеляет технику, снижает ее маневренность и увеличивает нагрузку на ходовую часть, съемные защитные экраны монтируются только на период непосредственной угрозы. Это позволяет сохранить все штатные эксплуатационные характеристики АСМ – скорость, проходимость, запас хода, грузоподъемность – при их повседневном использовании.

Существенным преимуществом является экономическая эффективность и ремонтопригодность решения. Оснащение всего парка АСМ полноценным бронированием финансово невыполнимо для большинства бюджетов. Модульный подход позволяет централизованно закупить партию защитных комплектов для оснащения машин, направляемых в наиболее опасные районы. Кроме того, в случае повреждения секции защитного экрана ее легко заменить на новую в полевых условиях, в то время как ремонт цельного бронированного кузова сложен и дорог.

С технической точки зрения, система креплений должна быть разработана с учетом нагрузок, возникающих при ударе МД. Силовые элементы (кронштейны) должны крепиться не к облицовочным панелям, а к силовому каркасу машины – лонжеронам рамы или каркасу безопасности

кабины. Это обеспечит поглощение энергии удара и предотвратит отрыв защиты вместе с элементом кузова.

Предусмотрение штатных мест для крепления защитных экранов на этапе проектирования АСМ является перспективным решением, превращающим пассивную уязвимость в управляемый параметр. Данный подход позволяет гибко и оперативно адаптировать уровень защищенности АСМ к реальным угрозам, что является краеугольным камнем концепции устойчивого функционирования спасательных формирований в современных условиях.

Одним из ключевых требований к современным средствам защиты АСМ является их модульность и способность к оперативной установке. В условиях динамично изменяющейся обстановки, особенно при возникновении угроз применения МД, спасательные подразделения должны обладать возможностью быстрого дооснащения штатных машин дополнительными защитными элементами.

Дополнительным преимуществом данного подхода является универсальность. Одна и та же АСМ может эксплуатироваться как в штатном режиме (без дополнительных конструкций), так и в условиях повышенной опасности, когда требуется усиленная защита. Это особенно важно для подразделений, действующих в зонах ЧС, где фактор внезапности и необходимость оперативного реагирования играют определяющую роль.

Внедрение модульных сетчатых экранов позволяет повысить устойчивость функционирования аварийно-спасательной техники, минимизировать временные затраты на подготовку к работе в сложных условиях и обеспечить дополнительный уровень защищённости личного состава и оборудования.

Заключение. Актуальность угрозы МД для АСМ подтверждается современными тенденциями ведения конфликтов и террористической деятельности, где МД стали массовым и доступным средством поражения.

Обоснованность использования защитных экранов подтверждается

успешным военным опытом применения решёток на бронированной технике в различных конфликтных зонах. Конструкция сеток позволяет эффективно противостоять кумулятивным боевым частям ББ, рассеивая кинетическую энергию удара и предотвращая детонацию на основном корпусе техники. Модульный характер решения, возможность быстрого монтажа и демонтажа, а также сохранение эксплуатационных характеристик АСМ делают сетчатые экраны оптимальным выбором для адаптации в гражданском секторе.

Перспективы внедрения на уровне уполномоченного органа в области гражданской защиты включают разработку стандартов и технических регламентов, предусматривающих интеграцию штатных крепёжных элементов для сетчатых защит в конструкцию АСМ на этапе их проектирования. Это позволит обеспечить унификацию, снизить затраты на модернизацию и повысить готовность подразделений к работе в условиях угрозы применения МД. Кроме того, внедрение защитных экранов может быть реализовано в краткосрочной перспективе для уже эксплуатируемых АСМ, что значительно повысит их защищённость без существенных финансовых вложений.

Данная статья выполнена в рамках научно-исследовательских работ по гранту (AR23489347) Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан на 2024-2026 годы.

Аннотация: В статье исследуется актуальная проблема уязвимости аварийно-спасательных машин перед угрозами со стороны мини дронов в современных условиях ведения конфликтов и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Анализируются противоречия между прогрессивными тенденциями в проектировании аварийно-спасательных машин, направленными на повышение эффективности и комфорта, и растущими требованиями к защищенности техники. Обосновывается целесообразность применения модульных сетчатых защитных экранов, адаптированных из военного опыта. Предлагаются практические решения

интеграции унифицированных креплений в конструкцию аварийно-спасательных машин, обеспечивающие оперативный монтаж защиты без значительных доработок базовой платформы. Подчеркивается экономическая эффективность и ремонтопригодность предлагаемого подхода, а также его роль в повышении устойчивости функционирования спасательных подразделений.

Ключевые слова: аварийно-спасательные машины, барражирующие боеприпасы, мини дроны, сетчатая защита, военный конфликт.

Abstract: The article examines the urgent problem of the vulnerability of emergency rescue vehicles to threats posed by mini-drones in the context of modern conflicts and disaster response operations. It analyzes the contradictions between progressive trends in the design of emergency rescue vehicles, aimed at improving efficiency and crew comfort, and the growing requirements for vehicle protection. The feasibility of applying modular mesh protective screens adapted from military practice is substantiated. Practical solutions are proposed for integrating standardized mounting points into the design of emergency rescue vehicles, enabling rapid installation of protective modules without significant modifications to the base platform. The economic efficiency and maintainability of the proposed approach are emphasized, as well as its role in enhancing the resilience and operational sustainability of rescue units.

Keywords: emergency rescue vehicles, loitering munitions, mini drones, mesh protection, military conflict.

ЛИТЕРАТУРА

1 Шарипханов С.Д., Сыздыков Б.М., Жагупаров Ж.Е. Количественная оценка уязвимости объектов оборонно-промышленного комплекса при воздействии барражирующих боеприпасов // Наука и образование в гражданской защите. – Кокшетау, 2025. – № 2 (58) – С. 19-26.

2 https://agr.kz/nefaz/pozharnaya-tehnika-nefaz/pozharnyj-avtomobil-ats-3-0-40-43502-na-shassi-kamaz-43502-3034-45. Дата обращения: 20 августа 2025.

3 https://overclockers.ru/blog/ProKino/show/122376/na-svo-pokazali-bmp-2-poluchivshuju-v-kachestve-dopolnitelnoj-zaschity-brevna-i-reshetki. Дата обращения: 20 августа 2025.

4 Сайт Вести Белгород. https://belgorodtv.ru/?p=341943&utm_source=google.com&utm_ google.com. Дата обращения: 20 августа 2025.

5 Сайт Комсомольска правда. https://www.herson.kp.ru/online/news/5948795/. Дата обращения: 20 августа 2025.

УДК: 614.86

СТАТИСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЖАРОВ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ НА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Сибирко Виталий Иванович

Начальник сектора отдела Пожарной статистики НИЦ ОУП ПБ; ФГБУ ВНИИПО МЧС России

E-mail: otdel-16@vniipo.ru.

Фирсов Александр Георгиевич

Канд. Тех. Наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник отдела пожарной статистики ниц оуп пб; фгбу вниипо мчс россии;

E-mail: otdel-16@vniipo.ru.

Надточий Олег Витальевич

Старший научный сотрудник отдела Пожарной статистки НИЦ ОУП ПБ; ФГБУ ВНИИПО МЧС России;

E-mail: otdel-16@vniipo.ru.

Матюшин Юрий Александрович

Канд. Тех. Наук, начальник отдела пожарной статистки ниц оуп пб; фгбу вниипо мчс россии;

E-mail: otdel-16@vniipo.ru

По статистике наиболее опасными авариями на транспорте являются –

дорожно-транспортные происшествия с участием автотранспортных средств [1], которые сопровождаются высоким риском для жизни и здоровья людей, а также значительным материальным ущербом. Одним из видов таких аварий с участием автотранспортных средств являются пожары. Они составляют более 4 % от общего количества всех зарегистрированных пожаров в Российской Федерации. Надо отметить, что МЧС России не учитывает пожары на транспортных средствах находящихся в движении (в пути следования).

Ежегодно на территории Российской Федерации в среднем регистрируется до 15,6 тыс. пожаров на автотранспортных средствах. На данных пожарах гибнет порядка 123 чел. и фиксируется прямой материальный ущерб более 2 296 млн руб. Динамика распределения количества пожаров и их последствий, зарегистрированных на автотранспортных средствах в 2020-2024 гг. [2], приведена на рисунке 1.

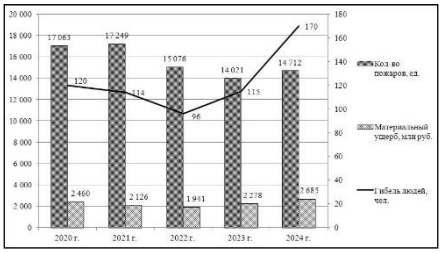


Рисунок 1 – Динамика распределения количества пожаров на автотранспортных средствах и их последствий на территории Российской Федерации за период 2020-2024 гг.

Из данного графика видно, что количество пожаров в течение рассматриваемого периода времени имеет четкую тенденцию к снижению числовых значений. Так, например, количество пожаров снизилось с 17,1 тыс. ед. в 2020 г. до 14,2 тыс. пожаров в 2023 г. Несмотря на значительный рост в последние годы количества эксплуатируемых в России автотранспортных средств – это достаточно серьезное снижение количества

пожаров на данных объектах пожара. Для справки: по данным Росстата количество легковых автомобилей выросло с 50,3 млн ед. в 2020 г. до 51,6 млн ед. автомобилей в 2023 г. [3]. Снижение количества пожаров повлекло за собой и снижение прямого материального ущерба. Его величина за анализируемый период (2020-2023 гг.) снизилась с 2 460 млн руб. до 2 278 млн руб. в действующих ценах (прим. автора – без учета инфляции). Похожая ситуация отмечается и для динамики количества погибших людей при пожарах автотранспортных средств. В период 2020-2022 гг. зафиксировано снижение количества погибших людей с 120 чел. до 96 чел. Однако с 2024 г. уже присутствует рост количества пожаров и их последствий: количество пожаров – 14 712 ед., прямой материальный ущерб – 2 685 млн руб., количество погибших – 170 чел.

Анализ приведенных статистических данных показывает, что наибольшее количество пожаров (84 %) и их последствий (социальные последствия – 79 %, материальные последствия – 58,2 %) приходится на парк легковых автомобилей. На втором месте автоприцепы и тягачи (количество пожаров – 5 %, социальные потери – 10 %, материальные последствия – 18,4 %). Третье место занимают грузовые автомобили (количество пожаров – 4 %, социальные потери – 6 %, материальные последствия – 10,9 %).

Что касается источника возникновения пожара то около 34 % пожаров на автотранспортных средствах связано с неисправностью систем, механизмов, узлов, электропроводки и недостатком конструкции и изготовления электрооборудования кузова автомобиля. Порядка 12,8 % пожаров возникает по причине неисправности двигателя автомобиля. Пожары, связанные с неисправностью аккумулятора составляют 6,2 %, а с неисправностью газобаллонного оборудования транспортного средства – 0,7 %. Однако более 46,4 % пожаров на автотранспортных средствах вызвано прочими причинами пожара (поджог, неосторожное обращение с огнем, детская шалость и др.).

На основе проведенных исследований на массиве статистических данных за 2010-2012 гг. рассчитана частота возникновения пожаров на легковых автомобилях по причине неисправности систем, механизмов, узлов, электропроводки, а также недостатков конструкции и изготовления электрооборудования [4]. Наибольшая частота возникновения пожаров в основном присутствует у европейских марок автомобилей. Низкие значения соответствуют японским и южно-корейским моделям. Российские модели автомобилей (кроме импортных автомобилей, выпускаемых в России) характеризуются в основном средними и низкими значениями частоты возникновения пожаров т. к. в них устанавливается минимальное количество электро-потребляемых устройств.

Как уже отмечалось выше в 2023-2024 гг. наметилась тенденция роста количества пожаров и их последствий на автотранспортных средствах, связанная с введением экономических санкций в отношении России, существенному удорожанию и снижению уровня контроля технического обслуживания автотранспортных средств. Существующий парк автомобилей в силу указанных причин существенно стареет, что тоже влияет на состояние обстановки с пожарами на автотранспортных средствах. Сегодня на смену ушедшим западным брендам на российский автомобильный рынок пришли китайские производители. Для оценки их пожарной опасности требуются дополнительные широкомасштабные исследования [5, 6].

Расчетные значения ожидаемых последствий пожаров на автотранспортных средствах за анализируемый период приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчетные значения ожидаемых последствий пожаров на автотранспортных средствах за период 2023-2024 гг. (в расчете на 100 пожаров)

Вид автотранспортного средства	Социальные последствия, чел.	Материальные последствия, млн руб.
Легковое автотранспортное средство	3,5	11,9
Грузовое автотранспортное средство	4,9	44,0
Специальное автотранспортное средство	1,9	38,7
Автоприцеп (полуприцеп), тягач	7,1	58,4
Автотранспортное средство для перевозки пассажиров более 8 чел.	2,3	32,9
Мототранспортое средство	4,6	43,9
В целом по автотранспортным средствам	3,7	17,3

Развитие новых технологий в автомобилестроении привело к созданию новых видов автотранспортных средств, в т.ч. электромобилей и беспилотных транспортных средств. По данным аналитического агентства АВТОСТАТ на 1 января 2025 г. в России зарегистрировано более 59,6 тыс. ед. электромобилей [7]. По данным МЧС России в 2023-2024 гг. на территории России в общей сложности было зафиксировано 56 пожаров на электромобилях с прямым материальным ущербом в размере более 63 млн. руб. При этом социальные потери на данных пожарах не зарегистрированы. На электрических автотранспортных средствах для перевозки пассажиров более 8 чел. зарегистрировано 40 пожаров с ущербом более 40 млн руб. На электрических легковых автомобилях зафиксировано 14 пожаров и на электро-мототранспортных средствах – 2 пожара с ущербом более 23 млн руб.

Несомненно, будущее за электрическим транспортом и поэтому

необходимо активизировать системные исследования в области обеспечения пожарной безопасности, методов тушения и проведения необходимых аварийно-спасательных работ, а также оценки возможных рисков пожаров и их последствий на электрических автомобилях.

Аннотация. Авторами осуществлен статистический анализ обстановки с пожарами за период 2020-2024 гг. Рассмотрены основные тенденции показателей обстановки с пожарами (количество пожаров, гибель и травмирование людей, материальный ущерб) за рассматриваемый период, определены основные источники возникновения пожаров и частота их возникновения на автотранспортных средствах. Приведены расчетные значения ожидаемых последствий пожаров на автотранспортных средствах, а также статистические данные, характеризующие пожары на электромобилях. Выявлены основные факторы влияющие на обстановку с пожарами и их последствиями на автотранспортных средствах.

Ключевые слова: автотранспортное средство, электромобиль, пожар, гибель и травмирование людей, материальный ущерб, ожидаемые последствия пожара, источник возникновения пожара, частота возникновения пожара.

Abstract. The authors carried out a statistical analysis of the fire situation for the period 2020-2024. They examined the main trends in fire indicators (number of fires, deaths and injuries, and material damage) for the period under review, and identified the main sources of fires and the frequency of fires in vehicles. The paper presents the calculated values of the expected consequences of vehicle fires, as well as statistical data characterizing fires in electric vehicles. The main factors affecting the situation with vehicle fires and their consequences have been identified.

Keywords: vehicle, electric vehicle, fire, loss of life and injury, property damage, expected consequences of a fire, source of a fire, frequency of a fire**.**

ЛИТЕРАТУРА

1. Михно Е.П. Ликвидация последствий аварий и стихийных бедствий. – М.: Атомиздат, 1979, 228 с.

2. Пожары и пожарная безопасность в 2024 году: информационно-аналитический сборник / В.С. Гончаренко, Т.А. Чечетина, В.И. Сибирко [и др.]. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. – 112 с. URL: https://vniipo.ru/institut/informatsionnye-sistemy-reestry-bazy-i-banki-danny/federalnyy-bank-dannykh-pozhary/ (дата обращения: 17.07.2025).

3. Российский статистический ежегодник. 2024: Стат. сб. / Росстат. – М., 2024 – 630 с.

4. Сибирко В.И., Чабан Н.Г., Морозова И.А. Анализ частоты возникновения пожаров на легковых автомобилях разных марок по причине их неисправности // Пожарная безопасность. 2014. № 1. С. 98-105.

5. GAC отзовет в РФ 16,9 тыс. кроссоверов GS8 из-за риска возгорания от утечки топлива / Сайт ИНТЕРФАКС. URL: https://www.interfax.ru/business/1021449 (дата обращения: 18.08.2025).

6. Стало известно, как часто в России горят китайские автомобили / Сайт МОТОР. URL: https://motor.ru/news/fires-statistic-25-03-2021.htm (дата обращения: 18.08.2025).

7. В России числится почти 60 тысяч электромобилей / Сайт АВТОСТАТ Аналитическое агентство. URL: https://www.autostat.ru/news/59463/ (дата обращения: 15.08.2025).

УДК: 614.86

ОСОБЕННОСТИ ОПЕРАТИВНОЙ НАГРУЗКИ НА АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ПО ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫМИ ПРОИСШЕСТВИЯМИ

Фирсов Александр Георгиевич

канд. тех. наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник отдела Пожарной статистики НИЦ ОУП ПБ; ФГБУ ВНИИПО МЧС России;

E-mail: otdel-16@vniipo.ru.

Загуменнова Марина Викторовна

начальник сектора отдела Пожарной статистики НИЦ ОУП ПБ; ФГБУ ВНИИПО МЧС России;

E-mail: otdel-16@vniipo.ru.

Малёмина Екатерина Николаевна

старший научный сотрудник отдела Пожарной статистки НИЦ ОУП ПБ; ФГБУ ВНИИПО МЧС России;

E-mail: otdel-16@vniipo.ru.

Преображенская Елена Сергеевна

научный сотрудник отдела Пожарной статистки НИЦ ОУП ПБ; ФГБУ ВНИИПО МЧС России;

E-mail: otdel-16@vniipo.ru.

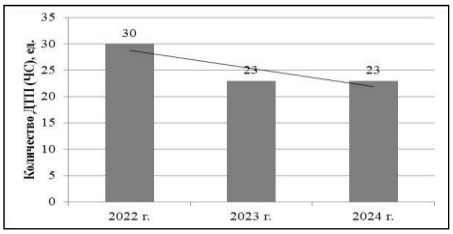
Аварии на транспорте – это достаточно часто регистрируемое явление. Из числа существующих видов транспорта на первом месте находится автомобильный транспорт. Причем виновником дорожно-транспортных происшествий (далее – ДТП) в большинстве случаев является сам человек. В обобщенном виде под ДТП понимается событие, возникающее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, при котором погибли или ранены люди, повреждены транспортные средства, сооружения, грузы, окружающая среда, либо причинен иной материальный ущерб [1]. Исследования, проведенные мировым научным сообществом, позволили определить следующую структуру основных видов ДТП: наезд на пешехода составляет 30-40 %, столкновение транспортных средств – 20-25 %, опрокидывание транспортного средства порядка 15-20 %, наезд на неподвижное препятствие – 3-6 %, прочие ДТП – 3-5 %, падение пассажиров из транспортных средств – 2-3 %, наезд на др. виды транспорта – 1-10 % [1].

По данным ООН в конце прошлого века каждую минуту регистрировалось не менее двух ДТП, при них ежегодно погибало около 100 тыс. чел. и свыше 200 тыс. чел. получали травмы [2]. В XXI веке количество погибших людей при ДТП во всем мире уже увеличилось до 300 тыс. чел., а количество травмированных по разным оценкам достигло 4-5 млн. чел. [1] в год. В Российской Федерации по данным Росстата количество только легковых автомобилей выросло с 20,4 млн ед. в 2000 г. до 51,6 млн ед. автомобилей в 2023 г. Несмотря на рост количества автотранспорта на автомобильных дорогах количество погибших снизилось с 29,6 тыс. чел. в 2000 г. до 14,5 тыс. чел. в 2023 г., а количество травмированных людей снизилось с 179,4 тыс. чел. в 2000 г. до 166,5 тыс. чел. в 2023 г. [3]. Что касается общего количества ДТП, то реально их значительно больше, потому что в учет не попадают сведения о мелких ДТП, проходящих через страховые компании по ОСАГО.

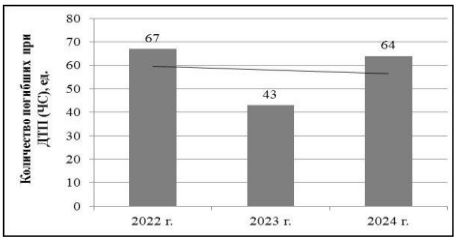
Снижение гибели людей при ДТП связано с эволюцией активных и

пассивных средств защиты людей устанавливаемых в автотранспортных средствах. Под активной защитой автомобиля понимается целый комплекс систем и устройств позволяющих избежать столкновения с др. автомобилем или препятствием. Данный вид защиты может включать в себя следующие элементы: антиблокировочная система тормозов, антипробуксовочная система, система курсовой устойчивости, система обнаружения препятствий (пешеходов), электронная блокировка дифференциала, система кругового обзора, адаптивный круиз-контроль, система аварийного рулевого управления, система помощи движения по полосе, система помощи при перестроении, система ночного видения, система распознавания дорожных знаков, система контроля усталости водителя и др. Пассивная защита автомобиля предназначена для снижения рисков жизни и здоровью людей находящихся внутри кузова автомобиля и обеспечивается следующими элементами: высокая прочность пассажирского салона, исключающая деформацию, ремни безопасности, регулируемые подголовники сидений, травмобезопасное рулевое колесо, безопасные стекла и зеркала, приборная панель с утопленными приборами, подушки безопасности, огнестойкие материалы и многое др. [4].

Не каждое ДТП является чрезвычайной ситуацией (далее – ЧС). К ЧС относятся лишь те ДТП, на которых погибли 5 чел. и более или получили вред здоровью 10 чел. и более, а также прекращено (ограничено) движение на 6 ч и более на дороге федерального или регионального значения, не имеющей объездных путей [5]. По данным МЧС России за период с 2022 по 2024 гг. на территории Российской Федерации ежегодно регистрировалось около 25 ДТП чрезвычайного характера (далее – ДТП (ЧС)) на которых в среднем погибло 58 чел., подлежало эвакуации 35 чел. и госпитализации – 251 чел. Из рисунка 1 видно, что за исследуемый временной период присутствует четкая тенденция снижения количества ДТП (ЧС) и их последствий (количество погибших и госпитализированных). Также



а)



б)

Рисунок 1 – Динамика распределения количества ДТП (ЧС) (а) и количества погибших людей при ДТП (ЧС) (б) за период 2022-2024 гг.

отмечается динамика снижения количества эвакуированных и спасенных людей при ДТП (ЧС) средние числовые значения которых соответственно составили 35 чел. и 107 чел. Для ликвидации вышеуказанных ДТП (ЧС) привлекались следующее силы и средства Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС (далее – РСЧС): 1 222 чел. личного состава и 468 ед. аварийно-спасательной техники РСЧС.

В среднем для ликвидации одной ДТП (ЧС) привлекалось порядка 18 ед. аварийно-спасательной техники и 48 чел. личного состава РСЧС. Расчетные значения оперативной нагрузки на подразделения РСЧ по ликвидации ДТП (ЧС) приведены в таблице 1. Из данной таблицы видно, что оперативная нагрузка на подразделения РСЧС, связанная с ликвидацией последствий ДТП (ЧС) остается достаточно высокой.

Таблица 1 – Расчетные значения оперативной нагрузки на подразделения РСЧС, связанные с ликвидацией последствий одного ДТП (ЧС) за период 2022-2024 гг.

Показатель оперативной нагрузки в расчете на одно ДТП (ЧС)	Значение
Пострадало людей (погибло и травмировано), чел.	15
Погибло людей, чел.	2
Спасено людей, чел.	4
Госпитализировано людей, чел.	10
Эвакуировано людей, чел.	1
Количество сил, задействованных при ликвидации ДТП (ЧС), чел.	48
Количество средств, задействованных при ДТП (ЧС), ед.	18

Тенденции в развитии автомобильного транспорта неразрывно связаны с его дальнейшей полной электрификацией и компьютерной автоматизацией [6], что формирует новые вызовы в обеспечении безопасности людей и требует от международного научного сообщества разработки новых методов и подходов по защите не только людей находящихся в транспортном средстве, но и всех участников дорожного движения. Формирование и внедрение алгоритмов работы искусственного интеллекта позволяющих своевременно анализировать и предотвращать возможные опасные ситуации, которые могут привести к ДТП. Дальнейшим решением в этом направлении может оказаться автономная система вождения автомобиля 3-го поколения, основанная на применении системы LIDAR. Параллельно необходимо разрабатывать новые виды аварийно-спасательного инструмента, тактические приемы ликвидации ДТП (ЧС) и спасания людей. При этом надо отметить, что оперативная нагрузка на подразделения РСЧС по ликвидации ЧС и их последствий останется достаточно высокой и потребует дальнейшего совершенствования профессиональной подготовки спасателей и их технической оснащенности. Разработка и внедрение новых комплексных

систем безопасности (в т.ч. и новой геометрии и конструкции кузова автомобиля, которые изменятся с внедрением искусственного интеллекта) позволят не только еще больше снизить количество погибших при ДТП, но и значительно снизить количество травмированных при них людей.

Аннотация. Авторами статьи рассмотрены особенности, связанные с ликвидацией ДТП чрезвычайного характера. В частности рассмотрена структура основных видов ДТП, существующие типы пассивной и активной защиты кузова автомобиля от ДТП, приведены основные результаты статистического анализа ДТП чрезвычайного характера за период 2022-2024 гг. Определены основные статистические тенденции развития ДТП чрезвычайного характера. Осуществлен расчет оперативной нагрузки на подразделения РСЧС по ликвидации последствий ДТП чрезвычайного характера.

Ключевые слова: дорожно-транспортное происшествие, чрезвычайная ситуация, гибель людей, пострадало людей, активная и пассивная защита кузова, оперативная нагрузка.

Abstract. The authors of the article consider the features related to the elimination of accidents of an emergency nature. In particular, the structure of the main types of accidents, the existing types of passive and active protection of the car body from accidents, and the main results of the statistical analysis of emergency accidents for the period 2022-2024 are presented. The main statistical trends in the development of emergency accidents have been identified. The calculation of the operational load on the emergency response units for the elimination of the consequences of an emergency accident has been carried out.

Keywords: traffic accident, emergency, death of people, injured people, active and passive protection of the body, operational load**.**

ЛИТЕРАТУРА

1. Гражданская защита. Энциклопедия / под общ. ред. С.К. Шойгу; МЧС России. – М.: Московская типография №2, 2006. – с. 568, илл.

2. Михно Е.П. Ликвидация последствий аварий и стихийных бедствий. – М.: Атомиздат, 1979, 228 с.

3. Российский статистический ежегодник. 2024: Стат. сб. / Росстат. – М., 2024 – 630 с.

4. Кузов автомобиля. Активная и пассивная безопасность / сайт Ниссан Клуб. URL: https://www.nissan66.ru/baza-znanij/kuzov/kuzov-avtomobilja (дата обращения – 8.08.2025).

5. Приказ МЧС России от 05.07.2021 № 429 «Об установлении критериев информации о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера» (Зарегистрировано в Минюсте России 16.09.2021 № 65025) / Сайт МЧС России URL: https://mchs.gov.ru/dokumenty/normativnye-pravovye-akty-mchs (дата обращения – 11.08.2025).

6. Беспилотники и электрификация: главные тренды мирового автопрома/СайтРБК:URL:https://trends.rbc.ru/trends/industry/649d5c059a7947989fa77b08 (датаобращения – 11.08.2025).

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЗДЕХОДНОЙ ТЕХНИКИ В КАЧЕСТВЕ ЭФФЕКТИВНОГО СРЕДСТВА ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧП И ЧС В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОГО ГОРНОГО РЕЛЬЕФА

Блохин Александр Николаевич

к.т.н., доцент кафедры «Автомобили и тракторы»,
ФГБОУ ВО Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева , НГТУ,
генеральный директор ООО «ЗВЕЗДА»
E-mail: vezdekhod@zavod-vezdekhodov.ru)

Гринкевич Николай Андреевич

студент кафедры «Автомобильные перевозки»,
ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»
E-mail: tentin3@mail.ru)

Мамедов Максим Ризванович

студент кафедры «Автомобильные перевозки»,
ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»,
E-mail: mamedovmaximm@yandex.ru)

Азербайджанская Республика - государство, характеризующееся сложной геологической обстановкой, обусловленной повышенной

сейсмической активностью, проявляющейся в форме регулярных землетрясений, проявлений активности грязевых вулканов, оползней и иных природных процессов, представляющих существенную опасность для жизнедеятельности населения, сохранности жилищ и имущества.

Рисунок 1 - Физическая карта Азербайджанской Республики

Дополнительную угрозу представляют сезонные колебания уровня воды в Каспийском море и наводнения вследствие разлива рек, негативно влияющие на сельскохозяйственное производство и инфраструктуру экономического значения. Специфический характер ландшафта Кавказских гор создает условия для регулярного возникновения снежных лавин, лесных пожаров и прочих явлений природного характера, значительно увеличивающих объем аварийно-спасательных мероприятий, проводимых Министерством по чрезвычайным ситуациям Азербайджанской Республики.

Однако потенциальные угрозы исходят не только от природных факторов. Территория Азербайджана является зоной прохождения магистральных трубопроводов транспортировки газа и нефти, размещения объектов нефтегазодобычи и химической промышленности, функционирующих как в столице Баку и на Апшеронском полуострове, так и

в иных областях государства. Это обстоятельство обусловливает высокую вероятность возникновения ЧС техногенного происхождения, что определяет необходимость реализации превентивных мер и оперативного реагирования на возможные аварии указанных инфраструктурных комплексов.

Стоит отметить, что среди техногенных факторов есть угрозы, связанные с развитием электротранспорта. В современном мире электрический подвижной состав (далее - ПС) начинает завоевывать не только нишу пассажирских, но и грузовых перевозок. Электрический ПС обладает рядом достоинств, среди которых экологичность и экономичность эксплуатации, при этом основные угрозы при эксплуатации в большинстве случаев связаны с тяговой аккумуляторной батареей (далее - ТАБ). При нарушении целостности элемента ТАБ возникает локальное повреждение, приводящее к возникновению внутреннего короткого замыкания, что инициирует тепловую нестабильность, известную как тепловой разгон. Процесс характеризуется интенсивным тепловыделением, которое превышает способность системы охлаждения эффективно отводить тепло, вследствие чего температура внутри аккумулятора стремительно возрастает, достигая критического уровня, способствующего началу экзотермической реакции горения.

Задачей МЧС во время подобных происшествий является своевременное реагирование и локализация пожара для предотвращения его дальнейшего распространения на другие объекты.

Эффективным решением для Республики Азербайджан станет использование амфибийных машин для ликвидации последствий ЧП и ЧС природного и техногенного характера. Вездеходная техника, имея повышенную проходимость имеет возможность добраться даже в самые отдаленные районы со сложным рельефом для ликвидации последствий данного происшествия, а также для эвакуации личного состава и пострадавших из зоны бедствия, а также оказания экстренной скорой

помощи.

Требования к машинам данного типа регламентируется государственными стандартами и проходит сертификацию на соответствие заявленным характеристикам. Скорость аварийно-спасательных машин (далее - АСМ) в Российской Федерации регламентируется ГОСТ Р 22.9.24–2014 и составляет:

- 80 км/ч — для колёсных машин;
- 60 км/ч — для гусеничных машин и машин на специальном шасси;
- 12 км/ч — для плавающих (амфибийных) АСМ.

Условия работы в Республике Азербайджан предъявляют особые требования, которые могут быть не учтены к специальному подвижному составу (далее - ПС). АСМ должны не только обладать способностью преодолевать существенные косогоры, амфибийностью и надежностью, но и быть устойчивыми к продольному и поперечному опрокидыванию.

Анализируя действия экипажа по локализации происшествия (таблица 1) было замечено, что актуальным будет применение ряда машин, оборудованных рядом навесного оборудования в зависимости от нужд службы спасения, которая её эксплуатирует.

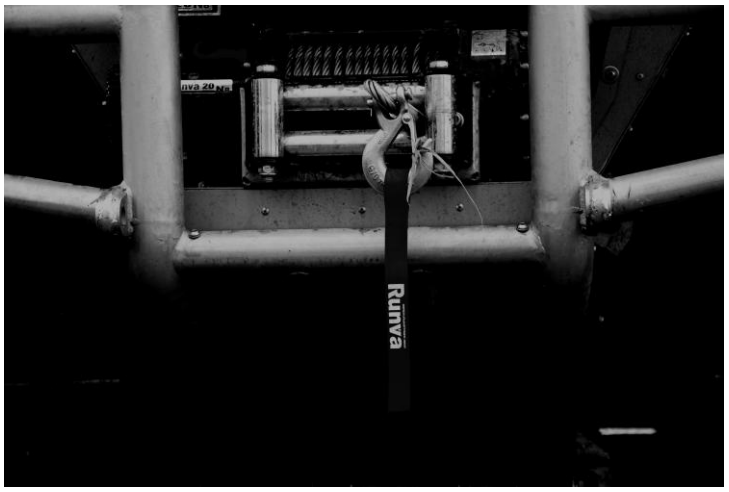


Рисунок 1 – Лебедочное навесное оборудование для различных целей

Использование более мощных лебедочных средств, добавление в конструкцию ТС цистерны для воды – всё это поможет эффективно

выполнять поставленные цели и задачи при спасении в сложных условиях.

Таблица 1 - Алгоритм действий при ЧС и ЧП на электрическом ПС

№	Действие	Описание
1	Оценка обстановки	Быстрая идентификация характера повреждения и угрозы взрыва
2	Перемещение вездехода-амфибии к очагу пожара	Маневрирование амфибии по бездорожью и воде к месту ЧС
3	Дистанционное подавление огня	Использование встроенной пожарной установки вездехода-амфибии
4	Поддержание водной линии	Постоянная подача воды для охлаждения горячей области и изоляции
5	Изоляция горячих зон	Создание защитных барьеров вокруг горящих участков
6	Координация взаимодействия с наземными службами	Связь с наземными подразделениями МЧС для согласованных действий
7	Непосредственное вмешательство экипажа	Экипаж проводит осмотр, оказывает помощь пострадавшим людям
8	Управление системой мониторинга и контроля	Мониторинг температурных показателей и качества воздуха
9	Окончательная ликвидация остаточного возгорания	Полное уничтожение последних очагов открытого пламени
10	Эвакуация людей и техники	Выведение пострадавших и поврежденной техники из опасной зоны

При этом особую актуальность обретает научная дискуссия относительно использования электрических и гибридных транспортных

средств для подобных целей и задач.

Если говорить о целях использования данной техники, то надо говорить не только о ликвидации последствий, но и о предупреждении ЧП и ЧС. Применение техники на шинах сверхнизкого давления в качестве средства предупреждения ЧП и ЧС в горной местности в первую очередь служит для обеспечения потребностей туризма.

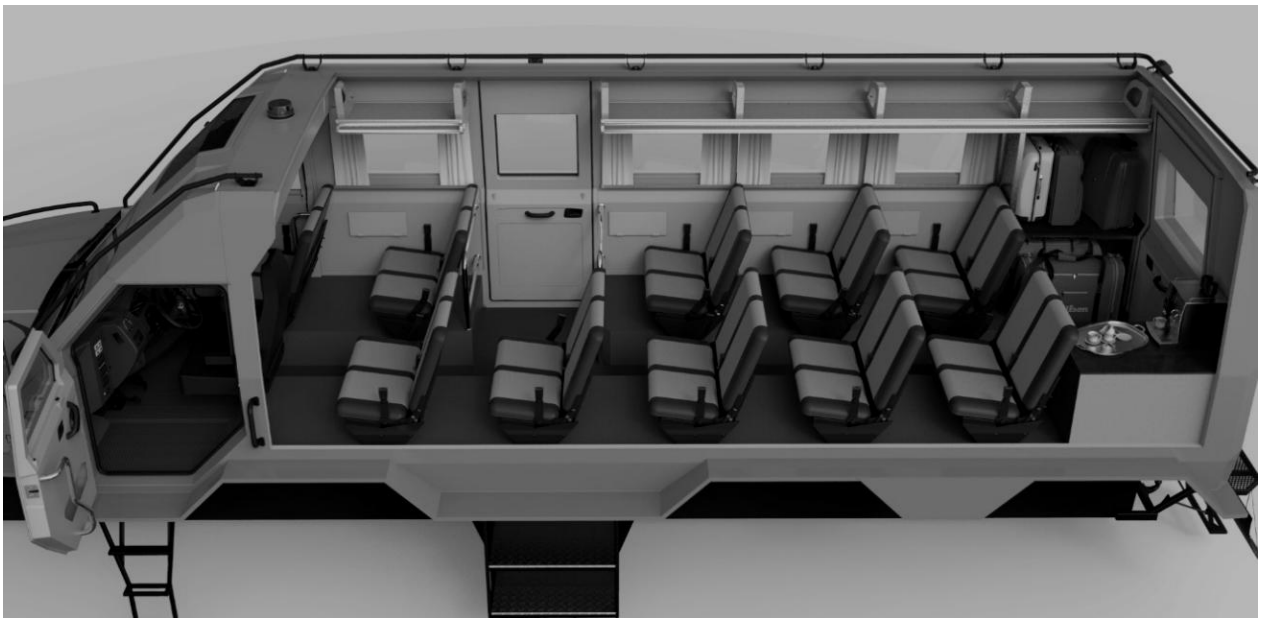


Рисунок 1 – Туристический вездеход-амфибия ЗВЕЗДА Т 8х8

Комфортабельность и безопасность данного подвижного состава помогут вывести безопасность туристических перевозок в горных районах на новый уровень, сократив количество человеческих жертв во время оползней и лавин при следовании по горным маршрутам. При этом желание их электрифицировать может привести к потери запаса хода, что может быть критическим при остановке в горах, и безопасности в целом, так как присутствует риск возгорания тяговых аккумуляторных батарей (далее - ТАБ).

Вездеходы-амфибии могут использоваться в миссиях МЧС для предупреждения и ликвидации ЧП и ЧС, а также использоваться в роли мобильных научно-исследовательских платформ, оснащённых специализированным оборудованием для оперативного анализа состояния

окружающей среды, выявления очагов загрязнений и оценки степени деградации ландшафта. Подобная функциональность делает их востребованными элементами системы раннего оповещения и принятия решений в сфере охраны природы и рационального природопользования.

Возможной сферой применения также является медицинское обеспечение населения отдалённых районов и оказания медицинской помощи в случае ЧП и ЧС. Это становится возможным благодаря способности таких автомобилей достигать мест, куда традиционные транспортные средства добраться не могут, что критически важно в регионах с топографическими особенностями местности. Медицинские вездеходы-амфибии, к примеру ЗВЕЗДА серии М, предназначены для эвакуации пострадавших из зоны бедствия и оказания им скорой медицинской помощи классов "А", "В", "С".

Рисунок 2 – Медицинский вездеход-амфибия ЗВЕЗДА М 6х6

ЗВЕЗДА М с колесной формулой 6х6 способна развивать скорость до 90 км/ч, двигаясь по ровной поверхности и имеет ширину 3000 мм, что позволяет эксплуатировать данный подвижной состав на дорогах общего пользования, что актуально при доставке пострадавшего из зоны бедствия до

профильного медицинского учреждения, к примеру, в кардиохирургию.

Электромобиль или гибрид являются сложной системой с большим количеством подсистем, что осложняет текущий ремонт и контроль технического состояния данной АСМ. При этом электрические и гибридные АСМ вполне могут использоваться в городской среде, где расстояния относительно небольшие, а в районе бедствия есть несколько типов подвижного состава, которые могут дублировать и выполнить выезд за машину, которая пришла в негодность. В условиях отсутствия инфраструктуры и топографических особенностей местности есть четкие требования к подвижному составу, нарушение которых может привести к невыполнению задачи.

Подводя итоги, можно сказать, что универсальность и многофункциональность вездеходов-амфибий позволяет эффективно решать широкий спектр задач при ликвидации последствий ЧП и ЧС, а также могут быть вспомогательным подвижным составом для эвакуации пострадавших из зоны бедствия. В данном случае представляется фокус конкретно на электрический или гибридный транспорт может быть неоправданно дорогим с точки зрения невыполнения экипажем поставленной задачи по спасению жизней людей. Оптимальным решением станет создание парка машин разных классов и назначений, обеспечивающего полную готовность МЧС к выполнению поставленных задач в любых географических зонах Азербайджанской Республики.

Аннотация. Риск ЧП и ЧС различного характера на территории Республики Азербайджан обусловлена спецификой ландшафтных условий, сейсмической активностью, изменением уровня Каспийского моря и наличием крупных промышленных предприятий. Предложено внедрение амфибийных машин с высоким уровнем проходимости и устойчивости к внешним воздействиям для эффективного решения проблем, возникающих при ЧС различного происхождения. Рассмотрены возможности

использования данной техники не только для ликвидации последствий, но и для профилактики аварий, исследований окружающей среды и медицинских эвакуаций.

Ключевые слова: вездеходы, аварийно-спасательные машины, амфибийная техника, чрезвычайные ситуации, горный рельеф

Abstract. The risk of emergency situations and emergencies of various nature in the territory of the Republic of Azerbaijan is determined by the specific landscape conditions, seismic activity, changes in the level of the Caspian Sea and the presence of large industrial enterprises. The introduction of amphibious vehicles with a high level of cross-country ability and resistance to external influences is proposed for the effective solution of problems arising in emergency situations of various origins. The possibilities of using this equipment not only for the elimination of consequences, but also for the prevention of accidents, environmental studies and medical evacuations are considered.

Keywords: all-terrain vehicles, rescue vehicles, amphibious equipment, emergency situations, mountainous terrain.

ИЗ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ: ПЕРВЫЕ ПОЖАРНЫЕ АВТОМОБИЛИ

Зенкова Ирина Федоровна

Ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук
ФГБУ ВНИИПО МЧС России
143903, Московская область, город Балашиха, микрорайон ВНИИПО, дом 12
E-mail:otdel-12@vniipo.ru

Активное развитие в начале двадцатого века науки и производства нашло свое отражение при формировании отраслей, обеспечивающих создание и применение различных видов пожарной техники. Это были первые шаги в совершенно ином подходе к пожарам, при котором пожар из стихийного и неконтролируемого бедствия перешел в ситуацию, которую можно и нужно предупреждать, используя при профилактике и тушении все достижения научно-технического прогресса.

Оборудование, применяемое в России при тушении пожаров на рубеже XIX–XX веков, поставлялось, в основном, двумя ведущими предприятиями: в Москве Чугунно-медно-литейным и механическим заводом Акционерного общества «Густав Лист», в Санкт-Петербурге – Чугунно-меднолитейным, механическим и арматурным заводом Торгового дома «Р.Л. Лангензипен и Ко». Конструкция выпускаемых на этих заводах пожарных насосов с металлическими поршнями давала возможность использовать их при сильно загрязненной воде, а также, в случае необходимости, производить быструю чистку насоса без его полной разборки.

Но первый российский пожарный автомобиль был создан весной 1904 года г. Санкт-Петербург в каретных мастерских Петра Алексеевича Фрезе. Машина представляла собой автолинейку с одноцилиндровым двигателем мощность 9 л.с., позволяющую перевезти до десяти бойцов. На автомобиле стояли стендер (устройство для подключения к городской водопроводной сети) и катушка на 170 метров пожарных рукавов, по бортам располагались две пожарные лестницы. Противопожарное оборудование на автомобиль поставила компания Рихарда Лангензипена [1,2].

Пожарный автомобиль был построен в единственном экземпляре и 10 июня 1904 года передан Александро-Невской пожарной части, в которой прослужил до 1910 года (рисунок 1). В первый же день автомобиль участвовал в тушении пожара на окраине города, доказав свою практичность тем, что прибыл к месту происшествия на 12 минут раньше конного обоза.

Рисунок 1 – Пожарная машина П.А. Фрезе

В Москве пожарная машина была создана в 1908 году. Для московской пожарной команды Г.И. Лист на своем заводе в конце 1907 года изготовил кузов, а также оснастил автомобиль необходимым оборудованием. Двигатель и ходовая часть были выписаны из Германии (рисунок 2).

Рисунок 2 - Пожарная машина Г.И. Листа

Технические данные автомобиля были следующие: двигатель бензиновый четырёхцилиндровый мощностью 28 л.с., ширина колеи 1,5 метров, шины резиновые, сплошные, скорость до 32-37 км/ч. На автомобиле помещались восемь человек, включая брандмейстера и шофера. Сверху размещались одна лестница 8,5 метра и две по 4 метра, между сидениями располагались стендер, гидропульт, переходный кран, стволы. Сзади была катушка на резиновом ходу с рукавами на 170 метров, которая легко снималась и возвращалась на место силами одного пожарного. Под каждым сидением имелся большой ящик для мелких принадлежностей. В книге «Москва и москвичи» [2] о выезде пожарной команды на автомобиле В.А. Гиляровский писал следующее: «И только в 1908 году появился в пожарном депо на Пречистенке первый пожарный автомобиль. Это была небольшая машина с прикрепленной наверху раздвижной лестницей для спасения из верхних этажей, впрочем, не выше третьего. На этом автомобиле первым мчался на пожар брандмайор с брандмейстером, фельдшером и несколькими смельчаками - пожарными-топорниками. …Автомобиль бешено удирал от пожарного обоза, запряженного отличными лошадьми».

Широкого развития пожарное машиностроение не получило. К 1917

году в стране насчитывалось всего десять пожарных автомобилей, а основным средством борьбы с огнем оставались паровые машины на конном ходу, ручные пожарные насосы, багры, ломы, топоры и лопаты. Убытки от пожаров достигали от 500 до 700 млн. рублей золотом [3]. Решением проблемы обеспечения потребности страны в пожарных автомобилях и, прежде всего, машин малого тоннажа, которые были бы более мобильными, маневренными, а также более дешевыми, чем пожарные машины, уже выпускаемые на базе завода АМО (Автомобильное московское общество), стало производство ПМГ-1 – первой массовой пожарной машины, сделанной на ходовой части грузовика ГАЗ-АА [4].

Начиная с 1925 года в совещаниях специалистов по пожаротушению рассматривали три способа решения проблемы обеспечения защиты от пожаров: закупка машин за границей, изготовление их на отечественных шасси и переоборудование изношенных грузовиков, непригодных к дальнейшему использованию по прямому назначению. В 1929 году советское правительство утвердило план строительства в Нижнем Новгороде автомобильного завода для производства лицензионного американского грузовика Ford Model AA под маркой ГАЗ-АА с нормой ежегодного выпуска не менее 100 тыс. автомобилей. Помимо этого, планировалась модернизация столичного автозавода АМО с целью расширения производства на нем грузовых машин до 25 тыс. в год. Достижение таких результатов обеспечило бы необходимый выпуск пожарных машин.

Пожарная машина ПМГ-1 на базе ГАЗ-АА (рисунок 3) появилась в 1932 году. Отработка конструкции пожарной машины на основе грузовика Ford подготовила плавный переход на отечественную базовую модель. Стандартное шасси (автомобиль с рамой, двигателем, трансмиссией и кабиной) перегонялось своим ходом в Москву на Миусский механический завод, на котором вносились изменения в трансмиссию (устанавливалась раздаточная коробка, в задней части машины монтировали доработанный

центробежный насос Д-20 с семью рабочими лопастями насоса вместо девяти, а на раму шасси устанавливали надстройку с сиденьями для пожарной команды, баком для воды, катушками с выкидными рукавами, лестницей, заборными рукавами и прочим оборудованием. Нижний выходной хвостовик раздаточной коробки соединяли карданным валом с главной передачей ведущих колес, а верхний - с насосом. Таким образом, длинный вал, проложенный над рамой, приводил в действие насос. Бак был необходим, так как перед пуском в центробежный насос требовалось залить порцию воды. С левой стороны сзади кабины на автомобиле устанавливался стендер.

Рисунок 3 – Пожарная машина ПМГ-1

Для управления механизмами машины во время подачи воды на пожаре внутри надстройки находились соответствующие тяги, а в задней ее части устанавливали ручки управления. Пожарная команда из 6 человек отправлялась на задание на боковых сиденьях кузова, а шофер и командир - в кабине. Легкая пожарная машина «полуторка» обладала удачной

конструкцией, позволяющей уверено передвигаться не только по городским улицам, но и по грунтовым и лесным дорогами, что позволило использовать машины ПМГ-1 в сельских пожарных дружинах и пожарных частях небольших городов. За быстроту движения и мягкость хода, за достаточно высокую оснащенность необходимыми принадлежностями, простоту их укладки ПМГ-1 сразу понравилась пожарным.

Несмотря на то, что в обзоре представлены только три пожарных автомобиля, на их примере можно увидеть эволюцию пожарного машиностроения от единичных экземпляров к масштабному производству, с учетом текущих потребностей страны в обеспечении безопасности от пожаров.

Аннотация. В статье представлен краткий обзор первых пожарных автомобилей произведенных в России в начале XX века. Рассмотрены автомобили, выполненные в единичном экземпляре, а также представлены сведения о создании и выпуске пожарного автомобиля ПМГ-1, ставшего, исходя из технических характеристик и условий эксплуатации, наиболее распространенным в течение продолжительного времени.

Ключевые слова: исторический обзор, первые пожарные автомобили, массовое производство, конструктивные особенности

Abstract. The article provides a brief overview of the first fire trucks produced in Russia at the beginning of the 20th century. Cars made in a single copy are considered, as well as information on the creation and release of a fire truck PMG-1, which, based on technical characteristics and operating conditions, has become the most common for a long time.

Keywords: historical overview, first fire trucks, mass production, design features

ЛИТЕРАТУРА

1. Бочаров А. Н., Калач Е. В. История пожарного автомобиля: начало пути // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2012. №1 (3). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/istoriya-pozharnogo-avtomobilya-nachalo-puti (дата обращения: 21.08.2025).

2. Гиляровский В.А. Москва и москвичи. М.: Эксмо, 2021. 480 с.

3. Сенчук О.Л. Становление и эволюция пожарного дела в 20-е гг. XX В. На территории РСФСР // Известия АлтГУ. 2009. №4-1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/stanovlenie-i-evolyutsiya-pozharnogo-dela-v-20-e-gg-xx-v-na-territorii-rsfsr (дата обращения: 21.08.2025).

4. Карпов А.В. Пожарный автообоз. М.: Наука, 2011. 304 с.

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ СЛУЧАЕВ САМОВОЗГОРАНИЯ ЭЛЕКТРОБУСОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ВЫРАБОТКА МЕТОДОВ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ДАННОМУ ЯВЛЕНИЮ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА МОСКВА

Филиппова Надежда Анатольевна

д.т.н., профессор кафедры «Автомобильные перевозки»,
ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)».
E-mail: umen@bk.ru

Гринкевич Николай Андреевич

студент кафедры «Автомобильные перевозки»,
ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»
E-mail: tentin3@mail.ru

Мамедов Максим Ризванович

студент кафедры «Автомобильные перевозки»,
ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»,
E-mail: mamedovmaximm@yandex.ru

Электробус – вид наземного безрельсового пассажирского транспорта, использующий для движения исключительно энергию, запасенную в тяговой

аккумуляторной батарее. Данный подвижной состав начал повсеместно эксплуатироваться в городах Российской Федерации с населением более миллиона человек начиная с 2018 года. По состоянию на ноябрь 2024 года, электробусы составляли более 30% парка наземного городского транспорта города Москвы, при этом на некоторых маршрутах столицы уже применяется исключительно этот подвижной состав.

При этом основным компонентом подвижного состава являются литий-ионные ТАБ разных подтипов: **NMC, LFP и LTO**. Надо заметить, что согласно правилам ООН UN3480, UN 3481, UN3090, UN3091 литий-ионные аккумуляторы (Li-ion) считаются **опасным грузом** 9 класса опасности, категории «прочие опасные грузы». Для определения критически опасных моментов эксплуатации необходимо рассмотреть случаи самовозгорания данного подвижного состава (таблица 1). Это поможет акцентировано проработать вопросы безопасности при организации наземных городских перевозок на территории Республики Азербайджан.

Таблица 1 – Некоторые случаи самовозгорание электробусов в Москве

Дата	Состояние	Тип ПС	Причина неисправности	Жертвы
20.09.2021	На линии, совершал нулевой пробег	Большой класс	По предварительным данным, причиной пожара стало короткое замыкание электропроводки в приборной панели. При этом специалисты не исключали человеческий фактор.	без жертв
18.10. 2021	На линии, совершал нулевой	Большой класс	Машина следовала в парк без пассажиров, когда внезапно из ее моторного отсека	без жертв

	пробег		повалил густой дым.	
26.01.2022	Цикл зарядки	Большой класс	К происшествию предположительно привела техническая неисправность, эпицентр пожара находился под водительским местом.	без жертв
04.12.2023	Цикл зарядки	Большой класс	Не раскрываются	без жертв
26.12.2024	На линии	Большой класс	По предварительной информации, электробус следовал по маршруту, водитель заметил задымление, остановил электробус, высадил пассажиров.	без жертв

При сборе данных для аналитики важно принимать в расчет только случаи, подтверждённые фото и видео фиксацией, так как вред и польза от введения электробусов в транспортную систему города Москвы является темой всевозможных спекуляций.

Если говорить о реагировании служб, то согласно статье 76 Федерального закона от 22.07.2008 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» время прибытия первого подразделения пожарной охраны к месту вызова в городских населённых пунктах не должно превышать 10 минут, в сельских населённых пунктах — 20 минут. При этом, учитывая специфику горения данного вида подвижного состава и сопоставляя со скоростью полного сгорания пассажирского вагона, можно считать, что электробус сгорит в течение 5-8 минут, что в целом подтверждается видеофиксацией с места происшествий. В случае

оперативного реагирования служб экстренного реагирования получится лишь локализовать пожар для его последующего нераспространения, что лишает возможности расследовать возможные неполадки, так как электробус за это время выгорает практически полностью.

Анализируя данные случаи, можно сделать выводы, что в большинстве случаев самовозгорание происходило либо во время нулевой ездки, то есть возвращение машины в парк или из парка на линию, либо во время цикла зарядки ТАБ. Можно предположить, что наибольшие риски возгорания связаны с периодами пассивного нахождения электробуса вне активного движения, когда система электропитания подвергается повышенным нагрузкам, связанным с перезарядкой аккумуляторов или внутренними нарушениями изоляции элементов питания. Таким образом, основными мерами по снижению вероятности самовозгорания электробусов могут стать:

– регулярный контроль состояния аккумуляторов и диагностика перед началом каждой смены;

– ограничение максимальной скорости зарядки и температуры окружающей среды при проведении зарядки;

– установка автоматических систем раннего обнаружения тепловых аномалий и механизмов принудительного отключения подачи электричества при возникновении риска перегрева.

Эти выводы подтверждают необходимость постоянного улучшения методик эксплуатации и ухода за транспортными средствами, оснащёнными ТАБ, с целью максимального сокращения рисков аварийных ситуаций. Несмотря на существующие ограничения и риски, потенциал электробусов остаётся значительным, и их дальнейшее развитие способно внести значительный вклад в улучшение экологии городов и повышение уровня комфорта жителей мегаполисов, но только при совершенствовании системы защиты от короткого замыкания (КЗ), локальных систем пожаротушения и систем контроля и диагностики технического состояния подвижного состава.

Аннотация. В данной статье проведен анализ причин самовозгорания электробусов на территории города Москвы. На основании данного анализа были разработаны рекомендации для недопущения случаев самовозгорания при эксплуатации данного типа подвижного состава

Ключевые слова: пассажирские перевозки, пожарная безопасность, электробус.

Abstract. This article analyzes the causes of spontaneous combustion of electric buses in Moscow. Based on this analysis, recommendations were developed to prevent spontaneous combustion during operation of this type of livestock.

Keywords: passenger transportation, fire safety, electric bus.

MƏQALƏLƏRİN TƏRTİBAT QAYDALARI

1. Baxılmaq üçün jurnalın elmi istiqamətinə uyğun aktual elmi problemlərə aid tədqiqatların ilk dəfə dərc oluna bilən materiallar qəbul olunur.

2. Məqalə Azərbaycan, ingilis və ya rus dillərindən birində redaksiyanın e-mail ünvanına (editor.academy@fhn.gov.az) bir faylda təqdim olunmalıdır.

3. Məqalənin ilk səhifəsində məqalənin adı, müəllif(lər)i, müəllif(lər)in elmi dərəcəsi, vəzifələri, ad və soyadları, çalışdıqları qurum və elektron poçt (eposta) ünvanları göstərilməlidir.

4. Məqalədə açar söz (Azərbaycan, İngilis və Rus dillərində, 8-10 söz), xülasə (Azərbaycan, İngilis və Rus dillərində), giriş, əsas hissə, nəticə, mənbələr, əlavələr, şəkil və cədvəllər daxil olmaqla 10 səhifədən artıq olmamalıdır.

5. Məqalənin xülasəsi 200-250 sözdən çox olmamalı, tədqiqatın məqsədini, əhəmiyyətini və elmi dövriyyədəki yerini, istifadə edilən və ya formalaşdırılan metodları, hansı suallara cavab verildiyini və tətbiq dairəsini göstərməli, giriş və nəticə hissəsi kimi yazılmamalıdır.

6. Məqalə A4 formatında, 1,5 (bir tam onda beş) intervalla, Times New Roman 14 şriftilə yazılmalı, kənarlarından (soldan 30 mm, sağdan 15 mm, yuxardan 25 mm və aşağıdan 20 mm) boşluq buraxılmalıdır.

7. Düsturlar Equation of WinWord-də yığılmalıdır. Mətndə ancaq istinad olunan düsturlar nömrələnir. Düsturların nömrəsi mötərizədə, sətrin sağ sərhədində yazılır. Riyazi simvol və indekslər ancaq latın və yunan hərfləri ilə meylli şriftlə yazılmalıdır. Abreviaturalar izah olunmalıdır.

8. Cədvəllər və şəkillər nömrələnməlidir: cədvəllər yuxarıdan (mərkəzə düzlənmiş) (məs. Cədvəl 1), şəkillər altdan (mərkəzə düzlənmiş) (Şəkil 1). Cədvəllərin adı cədvəlin yuxarısında, şəkilin adı onun altında yazılır.

9. Məqalədə elmi mənbələrə istinadlar olmalıdır. Məqalənin sonunda verilən ədəbiyyat siyahısı əlifba ardıcıllığı ilə deyil, istinad olunan ədəbiyyatların mətndə rast gəlindiyi ardıcıllıqla nömrələnməli və məsələn, [1] və ya [1, s. 119] kimi işarə olunmalıdır. Eyni ədəbiyyata mətndə başqa bir yerdə təkrar istinad olunarsa, onda istinad olunan həmin ədəbiyyat əvvəlki nömrə ilə göstərilməlidir.

10. Ədəbiyyat siyahısında son 5-10 ilin elmi məqalələrinə, monoqrafiyalarına və s. istinadlara üstünlük verilməlidir.

11. Məqalələr orijinal olmalı və əvvəllər başqa milli və ya beynəlxalq jurnallara və konfranslara təqdim edilməməlidir.

12. Məqalənin xülasəsi məqalənin məzmumuna uyğun olmalıdır. Xülasə elmi və qramatik baxımdan ciddi redaktə olunmalıdır.

13. Müəlliflər məqaləyə rəy verməkk üçün 4 rəyçi tövsiyə edə bilər

14. Alınmış rəylər və Redaksiya heyətinin tövsiyəsini nəzərə alaraq Baş Redaktor məqalənin çapa qəbul edilməsi, çapa qəbul edilməməsi və ya redaktə edilmək üçün müəllifə qaytarılması haqqında yekun qərar verir.

15. Məqalənin qəbulu və rədd edilməsi redaksiya heyətinin müzakirəsindən sonra elan ediləcəkdir.

FORMATTING RULES OF ARTICLES

1. Materials that can be published for the first time on the researches in relation to the actual scientific problems in accordance with the scientific direction of the journal are accepted in order to review.

2. The article must be in one of the Azerbaijani, Russian and English languages and submitted in one file to the e-mail address (editor.academy@fhn.gov.az) of the editorial office.

3. The first page of the article should contain the name of the article, the author (s), the scientific degree of the author (s), their titles, names and surnames, e-mail addresses and the institution they work for.

4. The article should not exceed 10 pages, including key words (8-10 words in Azerbaijani, English and Russian), summary (in Azerbaijani, English and Russian), introduction, main part, conclusion, sources, appendices, figures and tables.

5. The summary of the article should not exceed 200250 words, should indicate the purpose, importance and place of the research in the scientific community, the methods used or formed, what questions are answered and the scope, and shouldn't be written as an introduction and conclusion.

6. The article should be written in A4 format, 1.5 (one-tenth to five) spacing, Times New Roman 14 font, space (30mm from left, 15mm from right, 25mm from top and 20mm from bottom).

7. Formulas must be written in equation of WinWord. Only referenced formulas are numbered in the text. The number of the formula is written in bracket, on the right border of the line. The mathematical symbol and indexes should be written only in inclined fonts in Latin and Greek letters. Abbreviations should be explained.

8. Tables and figures should be numbered: tables from above (centered) (eg Table 1.), images from bottom (centered) (Figure 1). The names of the tables are written at the top of the table, and the name of the figures is written below it.

9. Scientific sources should be referred in the article. The list of literature at the end of the article should be numbered in the order of sequence of references in the article, not in alphabetical order, and should be marked, as [1] or [1, p.119]. If the same literature is referenced elsewhere in the text, then the literature referred to should be indicated by the previous number.

10. Scientific articles, monographs, etc. references of the last 5-10 years in the list of literature should be preferred.

11. The articles should be original and should not be previously submitted to other national or international journals and conferences.

12. The summary of the article should be relevant to the content of the article. The summary must be seriously edited from a scientific and grammatical point of view.

13. The authors can recommend 4 reviewers to give opinion on the article.

14. Taking into account the received opinions and the recommendation of the editorial staff, Editor-in-chief makes the final decision on whether to accept the article for publication, not to accept it for publication, or to return it to the author for editing.

15. Acceptance and rejection of the article will be announced after discussion by the editorial board.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

1. К рассмотрению принимаются материалы, которые могут быть опубликованы впервые по исследованиям актуальных научных проблем в соответствии с научным направлением журнала.

2. Статья должна быть отправлена одним файлом на адрес электронной почты (editor.academy@fhn.gov.az) редакции на одном из трех языков – азербайджанском, английском или русском.

3. На первой странице статьи должны быть указаны название статьи, автор(ы) (имя и фамилия, ученая степень и научное звание, должность, организация) и адрес электронной почты.

4. Статья должна быть написана в формате A4 с интервалом 1,5, шрифтом *Times New Roman 14*, с полями 30 мм слева, 15 мм справа, 25 мм сверху и 20 мм снизу.

5. Статья не должна превышать 10 страниц, включая ключевые слова (на азербайджанском, английском и русском языках, 8-10 слов), резюме (на азербайджанском, английском и русском языках), введение, основную часть, заключение, источники, приложения, рисунки и таблицы.

6. Резюме статьи не должно превышать 200-250 слов, указывать цель, важность и место исследования в научном сообществе, используемые или сформированные методы, на какие вопросы даны ответы и объем, не должно быть написано, как часть введения и заключения.

7. Формулы должны выполняться в Equation of WinWord. Нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки. Номер формулы указывается в скобках с правого края строки. Математические символы и индексы следует писать только латинскими или греческими буквами. Сокращения должны расшифровываться.

8. Таблицы и рисунки должны быть пронумерованы: таблицы - сверху по центру строки (например, Таблица 1), изображения - снизу по центру строки (Рисунок 1). Названия таблиц указываются сверху, а название рисунка - под ним.

9. В статье должны быть ссылки на научные источники. Список литературы приводится в конце и должен быть пронумерован в порядке ссылки. Если на тот же источник есть ссылка в другом месте текста, то она указывается по ранее назначенному номеру.

10. В статье должны быть ссылки на научные источники. Список использованной литературы в конце статьи должен пронумерованы не в алфавитном порядке, а в том порядке, в котором ссылки находятся в тексте, например, [1] или [1, с. 119]. Если на ту же литературу есть ссылки в другом месте в тексте, то ссылка на литературу должна быть обозначена предыдущим номером.

11. Научные статьи, монографии и др. ссылки последних 5-10 лет в списке литературы предпочтительны.

12. Статьи должны быть оригинальными и не представленные ранее в другие национальные или международные журналы и конференции.

13. Аннотация статьи должна соответствовать содержанию статьи. Аннотацию следует серьезно отредактировать с научной и грамматической точки зрения.

14. Авторы могут порекомендовать 4 рецензентам прокомментировать статью.

15. Принятие и отклонение статьи будет объявлено после обсуждения редакционной коллегией.

Tərtibatçı - korrektor: **R.S. Rzayeva**
Designer - corrector: **R.S. Rzayeva**
Дизайнер - корректор: **Р.С. Рзаева**

Cild 5. №2
Vol. 5. №2
Том 5. №2

Çapa imzalanıb: 10.12.2025
Elektron çap tarixi:15.12.2025
Format:
Sifariş: №
Tiraj: