УДК 504.064.45 EDN: URQPVS

[1]Павленко А. Т., [2,*]Левченко Э. П., [1]Левченко М. Э.
[1]Луганский государственный университет им. В. Даля,
[2]Донбасский государственный технический университет
**E-mail: levchenckoeduard@yandex.ru*

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТУШЕНИЯ ЛЕСОСТЕПНЫХ ПОЖАРОВ В ДОНБАССЕ

Статья посвящена исследованию вопросов ликвидации и предупреждения лесостепных пожаров, представляющих серьёзную угрозу для экосистем Донбасса и наносящих значительный ущерб биоразнообразию, инфраструктуре и здоровью населения. Традиционные методы тушения сталкиваются с ограничениями, связанными с доступностью водных ресурсов, оперативностью реагирования и безопасностью личного состава. В связи с этим рассмотрены актуальные, новые, более эффективные и безопасные технологии тушения.

Ключевые слова: *пожары, тушение, способы тушения пожаров, процесс горения, лесостепь, БПЛА, эффективность.*

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. Лесостепные пожары представляют серьезную угрозу для экосистем Донбасса, нанося значительный ущерб биоразнообразию, инфраструктуре и здоровью населения [1]. Традиционные методы тушения часто сталкиваются с ограничениями, связанными с доступностью водных ресурсов, оперативностью реагирования и безопасностью личного состава [2].

Донбасс, обладая уникальным лесостепным ландшафтом, подвержен высокому риску возникновения и распространения природных пожаров, особенно в условиях засушливого климата и антропогенного воздействия [3]. Лесостепные экосистемы характеризуются наличием как травянистой растительности, так и древесных насаждений, что создает сложные условия для тушения. Традиционные методы, такие как использование наземной техники и ручное тушение, зачастую оказываются недостаточно эффективными при быстром распространении огня и в труднодоступных районах. Кроме того, работа пожарных в условиях высокой температуры, задымленности и нестабильной обстановки сопряжена с повышенным риском для их жизни и здоровья [4]. В связи с этим актуальным является поиск и внедрение новых, более эффективных и безопасных технологий тушения лесостепных пожаров.

Современное пожаротушение представляет собой сложный комплекс мер, направленных на минимизацию ущерба от пожаров. Методы и средства постоянно совершенствуются, отвечая на вызовы времени — от повышения эффективности до снижения экологического воздействия [5].

Традиционно средства пожаротушения делятся на:

– водяные системы (наиболее доступные и широко используемые). Эффективность обусловлена охлаждающим и разбавляющим действием. Однако они ограничены теплотой парообразования, что снижает эффективность при тушении высокотемпературных пожаров. Кроме того, значительный объем воды может привести к вторичному ущербу;

– пенные системы (с образованием пены, различными пенообразователями), обладающие отличными изолирующими свойствами, препятствующие доступу кислорода к очагу горения. Применяются для тушения горючих жидкостей. Критическим моментом является правильный подбор пенообразователя и его концентрации, а также потенциальное загрязнение окружающей среды;

– газовые системы (самый экологичный и эффективный способ), где применение воды

или пены недопустимо. Используются инертные газы (азот, аргон) или вещества, активно взаимодействующие с химическими процессами горения (углекислый газ, ингибирующие газы). Преимущества — отсутствие следов и минимальный ущерб. Недостатками являются риск удушья при высоких концентрациях газа и необходимость герметизации помещения;

– порошковые системы, в которых пожаротушащий порошок, будучи мелкодисперсным веществом, подавляет горение путем механической блокировки доступа кислорода, а также за счет ингибирования химических реакций. Эффективен в широком диапазоне температур и для различных классов пожаров. Основной недостаток — сильное загрязнение окружающего пространства;

– аэрозольные системы, хотя и менее распространенные, но перспективные, генерирующие ингибирующий аэрозоль. Их преимущество — высокая эффективность при малых объемах огнетушащего вещества и низкая токсичность.

Однако, несмотря на многообразие существующих решений, ни одно из них не является универсальным. Выбор оптимального метода зависит от класса пожара, типа горючего материала, условий окружающей среды и предъявляемых требований к сохранению имущества. Водяные системы, будучи самыми доступными, не всегда эффективны и могут причинить значительный ущерб. Пенные системы, эффективные для легковоспламеняющихся жидкостей, имеют экологические ограничения. Газовые системы, будучи чистыми, требуют сложного оборудования и мер безопасности. Порошковые системы, несмотря на универсальность, создают проблемы с последующей очисткой.

Отсюда следует, что перспективы развития имеют комплексные, интеллектуальные системы, использующие комбинацию различных огнетушащих веществ, возможно, в сочетании с роботизированными комплексами и системами предиктивного анализа рисков [6]. Особое внимание уделяется разработке экологически безопасных огнетушащих составов и снижению вторичного ущерба от применения средств пожаротушения.

Современные исследования, направленные на поиск и разработку принципиально новых огнетушащих веществ и технологий показаны в таблице 1 [7, 8].

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение новых методов и технических средств пожаротушения сталкивается с рядом вызовов. Высокая стоимость разработки и внедрения инновационных систем, необходимость обучения персонала, а также потребность в адаптации существующей инфраструктуры — все это требует значительных инвестиций и времени. Кроме того, важно проводить тщательные испытания и сертификацию новых огнетушащих веществ и технологий, чтобы гарантировать их безопасность и эффективность.

Таким образом, современное пожаротушение находится на пороге революционных изменений, а развитие технологий, направленных на повышение эффективности, экологичности и безопасности, обещает создание комплексных, интеллектуальных систем, способных противостоять вызовам постоянно меняющегося мира.

Помимо технологических прорывов непосредственно в тушении, повышение эффективности борьбы с лесостепными пожарами требует совершенствования системы управления и логистики. Внедрение современных систем мониторинга, таких как спутниковые снимки и стационарные датчики, позволяет получать информацию о возгораниях в режиме реального времени. Эти данные в сочетании с прогнозами погодных условий, предоставляемыми метеорологическими службами, позволяют заблаговременно принимать упреждающие меры и более эффективно распределять ресурсы.

Разработка единой цифровой платформы для управления пожаротушением, интегрирующей информацию от всех источников, станет ключевым элементом в повышении оперативности реагирования и минимизации ущерба.

Таблица 1

Общепринятые перспективные подходы и технические средства

Исследования	Характеристика
Экологически чистые огнетушащие составы	Проведение работ по созданию новых поколений пенообразователей и газовых огнетушащих веществ, обладающих минимальным или нулевым озоноразрушающим потенциалом и парниковым эффектом в т. ч. на основе натуральных или биоразлагаемых компонентов без вреда для экологии
Системы, основанные на применении воды с добавками	Модифицированная вода, например, с добавлением специальных поверхностно-активных веществ (ПАВ) или наночастиц, демонстрирующих повышенную эффективность и изменяющих поверхностное натяжение воды, увеличивающих проникающую способность и охлаждающий эффект
Продвинутые газовые огнетушащие системы	Разработка и совершенствование системы на основе безгалогенных огнетушащих веществ, обладающих высокой эффективностью при низких концентрациях, быстрым испарением и не оставляющих следов
Роботизированные комплексы и дроны	Способность работы в условиях повышенного риска для человека, подавление огня в труднодоступных местах, проведение разведки и оценки обстановки. Использование для мониторинга пожара, доставки огнетушащих средств или создания водяных завес
Интеллектуальные системы управления пожаротушением	Интеграция датчиков, искусственного интеллекта и систем машинного обучения для создания «умных» систем, способных в реальном времени анализировать ситуацию, прогнозировать развитие пожара и автоматически выбирать наиболее оптимальный способ и средство тушения, что повышает оперативность реагирования и минимизирует ущерб

Несмотря на развитие технологий, человеческий фактор остается одним из определяющих в успешности тушения пожаров. Регулярное повышение квалификации пожарных, в том числе с использованием симуляторов и современных методик обучения, направленных на отработку действий в условиях лесостепной местности, является критически важным. Особое внимание следует уделить тренировкам по использованию нового оборудования, включая БПЛА и перспективные системы воздействия на пламя. Формирование команд, способных быстро адаптироваться к меняющейся обстановке и принимать нестандартные решения, повысит общую боеспособность пожарных подразделений.

Целью работы является анализ возможностей современных стратегий борьбы с пожарами в лесостепных зонах Донбасса: повышение результативности и безопасности посредством внедрения беспилотных летательных аппаратов и передовых технологий.

Объектом исследования являются технологии и способы пожаротушения, основанные на новых эффективных решениях.

Предмет исследования — особенности создания и реализации экологических способов пожаротушения.

Задачи исследования — анализ методик борьбы с огнем путем сопоставления разнообразных приспособлений и методов ликвидации возгораний.

Методика исследования. Анализ методик и инструментов, применяемых для ликвидации возгораний, с детальным рассмотрением их достоинств и уязвимостей.

Изложение материала. Эффективное тушение лесостепных пожаров напрямую зависит от климатических факторов [9], а также наличия и своевременной доставки воды. В условиях Донбасса, где доступ к естественным водоемам может быть ограничен, необходимо активно использовать дополнительные источники водоснабжения:

– развертывание временных резервуаров вблизи очагов возгорания, а также использование специализированных пожарных автоцистерн большой емкости;

– использование существующих прудов, водохранилищ, а также создание временных дамб для накопления воды;

– сбор дождевой воды в периоды осадков в специальные емкости;

– использование грунтовых вод за счет бурения временных скважин.

Управление пожаротушением должно быть максимально оперативным и основанным на точной информации. В этом контексте ключевую роль играют основные типы управления, показанные в таблице 2.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) открывают новые горизонты в обеспечении безопасности пожарных и повышении эффективности тушения лесостепных пожаров [10]. Их применение может быть многоаспектным и включать в себя такие направления:

1. Разведка и мониторинг:

– тепловизионная съемка. Обнаружение скрытых очагов возгораний, определение границ пожара, выявление тлеющих участков и оценка интенсивности горения даже в условиях плотного задымления. Это дает возможность пожарным избежать опасных зон и сосредоточить усилия на наиболее критических участках;

– визуальная разведка. Передача видео в реальном времени с предоставлением операторам полной картины происходящего, включая рельеф местности, наличие препятствий и пути эвакуации;

– картографирование. Создание точных карт пожара и прилегающей территории, что облегчает планирование действий и логистику.

2. Оценка рисков и оповещение на основе идентификации опасных зон [11]. Обнаружение участков с высокой концентрацией горючих материалов, неустойчивым рельефом или потенциальной угрозой обрушения и передача этой информации пожарным для принятия мер предосторожности.

3. Оповещение населения. В случае угрозы населенным пунктам трансляция предупреждений и инструкций по эвакуации.

4. Поддержка тушения:

– точечное применение огнетушащих веществ на основе систем сброса небольших объемов огнетушащих веществ на труднодоступные или особо опасные участки, где применение наземной техники затруднено;

– создание минерализованных полос. Для точечного нанесения огнезащитных составов или создания небольших минерализованных полос.

5. Мониторинг состояния пожарных:

– отслеживание местоположения пожарных команд, что критически важно в условиях плохой видимости или при внезапном изменении обстановки;

– оценка состояния здоровья с использованием носимых датчиков, передающих информацию о физиологическом состоянии пожарных (температура тела, пульс), сигнализирующих о перегреве или других проблемах.

Таблица 2

Система управления пожаротушения

Тип	Решаемые задачи
Системы мониторинга	Использование спутниковых данных, наземных датчиков и метеорологических станций для прогнозирования возникновения и распространения пожаров
Информационные центры	Создание единых центров управления, где собирается и анализируется вся информация о пожаре, включая его локализацию, интенсивность, направление распространения и наличие угрозы для населенных пунктов и инфраструктуры
Координация действий	Четкое распределение задач между различными подразделениями, включая наземные службы, авиацию и БПЛА (будет рассмотрено далее)

Одним из перспективных направлений является воздействие на процесс горения на молекулярном уровне, где горение — это цепная реакция, в которой участвуют ионы и радикалы. Воздействие на эти частицы может привести к ингибированию (замедлению) или полному прекращению реакции.

Инновационные подходы могут распространяться не только на само тушение, но и на профилактику лесостепных пожаров. Это включает в себя разработку и внедрение систем раннего обнаружения возгораний, проведения разъяснительной работы среди населения о мерах пожарной безопасности, а также создание противопожарных разрывов и минерализованных полос. Совершенствование законодательной базы, направленной на предотвращение несанкционированных выжиганий и повышение ответственности за нарушение правил пожарной безопасности также играет важную роль в снижении общего числа возгораний.

Проблема лесостепных пожаров является актуальной для многих регионов мира. Установление тесного международного сотрудничества в области обмена передовым опытом, технологиями и лучшими практиками тушения пожаров может значительно ускорить внедрение инновационных подходов в Донбассе. Совместные учения, конференции и научные исследования позволят эффективно решать проблемы, возникающие при борьбе с масштабными природными катаклизмами, а также привлечь дополнительные ресурсы для их решения.

Реализация вышеупомянутых инновационных подходов требует значительных инвестиций. Необходима разработка комплексных программ долгосрочного финансирования, включающих как государственные, так и частные источники. Инвестирование в исследования, разработку и внедрение новых технологий, а также в обучение персонала позволит создать эффективную систему противодействия лесостепным пожарам, которая будет отвечать вызовам времени и обеспечивать безопасность природных ресурсов региона.

Помимо технологических прорывов непосредственно в тушении, повышение эффективности борьбы с лесостепными пожарами требует совершенствования системы управления и логистики [12]. Внедрение современных систем мониторинга, таких как спутниковые снимки и стационарные датчики, позволяет получать информацию о возгораниях в режиме реального времени. Эти данные в сочетании с прогнозами погодных условий, предоставляемыми метеорологическими службами, позволяют заблаговременно принимать упреждающие меры и более эффективно распределять ресурсы. Разработка единой цифровой платформы для управления пожаротушением, интегрирующей информацию от всех источников, станет ключевым элементом в повышении оперативности реагирования и минимизации ущерба.

Несмотря на развитие технологий, человеческий фактор остается одним из определяющих в успешности тушения пожаров. Формирование команд, способных быстро адаптироваться к меняющейся обстановке и принимать нестандартные решения, повысит общую боеспособность пожарных подразделений [13]. Профилактика и снижение рисков возгораний, инновационные подходы должны распространяться не только на само тушение, но и на профилактику лесостепных пожаров. Это включает в себя разработку и внедрение систем раннего обнаружения возгораний, проведение разъяснительной работы среди населения о мерах пожарной безопасности, а также создание противопожарных разрывов и минерализованных полос. Перспективным направлением является роботизация и автоматизация процессов тушения. Разработка автономных пожарных роботов, способных работать в условиях высокой температуры и задымленности, значительно снизит риск для жизни и здоровья пожарных. Интеграция таких роботов с системами искусственного интеллекта позволит им самостоятельно оценивать обстановку, выбирать оптимальные такти-

ки тушения и координировать свои действия с другими единицами техники и личным составом. Особое внимание уделяется системам дистанционного воздействия на пламя, в т. ч. использование дронов-распылителей с водой или огнетушащими составами, которые могут оперативно локализовать очаги возгорания на труднодоступных участках.

Дальнейшее совершенствование мониторинга и прогнозирования возможно за счет глубокого анализа больших данных. Совмещение информации со спутников, наземных датчиков, метеостанций, а также исторических данных о пожарах и их причинах позволяет создавать высокоточные модели рисков. Эти модели могут предсказывать вероятность возникновения возгораний в определенных районах, прогнозировать их возможное распространение и скорость, а также определять наиболее уязвимые территории. Такая предиктивная аналитика дает возможность заблаговременно проводить профилактические мероприятия, мобилизовать ресурсы и разрабатывать эффективные планы реагирования.

Защита личного состава — это непрерывный процесс совершенствования. Разработка новых легких и прочных материалов для защитной одежды, способных выдерживать экстремальные температуры и обеспечивать лучшую вентиляцию, является приоритетной задачей. Интеграция в экипировку датчиков контроля состояния пожарного (пульс, температура тела, содержание кислорода), в том числе на основе использования интеллектуальных касок [14], позволит оперативно оценивать его самочувствие и принимать меры в случае критических ситуаций. Улучшение средств связи и навигации, в том числе с использованием носимых устройств, обеспечит постоянную координацию действий и повысит ситуационную осведомленность каждого пожарного.

Ключевыми направлениями развития в борьбе с лесостепными пожарами являются:

– экологически чистые огнетушащие составы: с минимальным воздействием на озоновый слой и парниковый эффект, а также с использованием биоразлагаемых компонентов или наночастиц для повышения проникающей способности и охлаждающего эффекта;

– совершенствование безгалогенных огнетушащих веществ, эффективных при низких концентрациях;

– роботизированные комплексы и дроны, позволяющие проводить разведку и мониторинг (включая тепловизионную съемку), оценивать риски, оповещать население, поддерживать тушение (точечное применение огнетушащих веществ, создание минерализованных полос) и даже мониторить состояние пожарных;

– интеллектуальные системы управления пожаротушением на основе искусственного интеллекта и машинного обучения для анализа ситуации в реальном времени, прогнозирования развития пожара и автоматического выбора оптимальных методов тушения.

Выводы и направление дальнейших исследований. Лесостепные пожары в Донбассе представляют собой серьезную и многогранную угрозу, требующую комплексного и инновационного подхода к борьбе с ними. Традиционные методы тушения, несмотря на их доступность, сталкиваются с существенными ограничениями, связанными с нехваткой водных ресурсов, оперативностью реагирования и безопасностью личного состава. Уникальный ландшафт Донбасса, сочетающий лесные массивы и степные зоны, в условиях засушливого климата и антропогенного воздействия особенно уязвим для возникновения и быстрого распространения огня.

Современное пожаротушение находится на пороге революционных изменений [15], движимых необходимостью повышения эффективности, экологичности и безопасности. Анализ существующих огнетушащих систем (водяных, пенных, газовых, порошковых, аэрозольных) показывает, что ни одна из них не является универсальной. Каждая имеет свои преимущества и недо-

статки, что подчеркивает актуальность разработки комплексных, интеллектуальных систем, способных комбинировать различные огнетушащие вещества и использовать роботизированные комплексы.

Помимо технологических прорывов, критически важным является совершенствование системы управления и логистики. Внедрение современных систем мониторинга (спутниковые снимки, стационарные датчики) и создание единой цифровой платформы для управления пожаротушением позволят повысить оперативность реагирования и минимизировать ущерб.

Необходимо также уделять внимание дополнительным источникам водоснабжения, повышению квалификации пожарных, разработке систем раннего обнаружения, международному сотрудничеству и комплексным программам долгосрочного финансирования для исследований, разработки и внедрения новых технологий, а также обучения персонала.

В целом эффективное противодействие лесостепным пожарам в Донбассе требует перехода к комплексным, интеллектуальным и экологически безопасным технологиям, интегрированным в совершенствованные системы мониторинга и управления, с обязательным учетом человеческого фактора и профилактических мер.

Список источников

1. Белов А. Н. Лесные пожары, как угроза пожарной безопасности: современное состояние и предупреждение // Вестник экономики, управления и права. 2023. Т. 16. № 1. С. 62–69. EDN DHJWFB

2. Красногрудов А. В., Рыбаков А. А., Павленко А. Т. О разработке математической модели классификации профессионального риска на пожаро- и взрывоопасных объектах на основе статистического анализа // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2026. Т. 15. № 1 (73). С. 158–163. EDN GTXNWR

3. Основные аспекты технической организации мер предотвращения лесных пожаров / Э. П. Левченко, В. Ю. Малкин, А. Г. Макаревич, М. Э. Левченко // Экологический вестник Донбасса. 2022. Вып. 6. С. 45–53. EDN ERBAUR

4. Левченко Э. П., Давиденко В. А., Ноженко А. А. Безопасность жизнедеятельности. Лабораторно-практические работы : учебное пособие. Алчевск : ООО «Вифлеем». 2020. 260 с.

5. Кимстач И. Ф., Девлищев П. П., Евтюшкин Н. М. Пожарная тактика. М. : Стройиздат, 1984. 590 с.

6. Перспективные направления автоматизированного управления тушения источников возгорания / Э. П. Левченко [и др.] // 65 лет ДонГТИ. Наука и практика. Актуальные вопросы и инновации : сборник тезисов докладов юбилейной международной научно-технической конференции. Алчевск: ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», 2022. Ч. 2. С. 221–223. EDN GUSZSW

7. Дополнительные источники водозабора для тушения лесостепных пожаров в Перевальском районе / Э. П. Левченко [и др.] // Экологический вестник Донбасса. 2024. Вып. 1 (11). С. 3–11. EDN XONEDW

8. Повышение эффективности борьбы с пожарами на основе автоматизации процесса тушения / Э. П. Левченко [и др.] // Обеспечение безопасности: производственной, пожарной, экологической : материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Ростов н/Д : Донской государственный технический университет, 2025. С. 216–218. EDN MEJZAH

9. Левченко Э. П. Перспективы управления агрегатным состоянием водных ресурсов на основе глобального потепления климата // Экологический вестник Донбасса. 2021. Вып. 2. С. 28–37. EDN NMPGKV

10. Павленко А. Т., Красногрудов А. В., Красногрудова Е. Е. Комплексная методология управления безопасностью труда специалистов по аэросвязи и наземного обеспечения МЧС при реализации высокотехнологичных проектов аэронавигационного сопровождения // Вестник

Луганского государственного университета имени Владимира Даля. Серия: Технические науки. 2025. № 3 (4). С. 66–77. EDN JYDYFK

11. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2026612278 Рос. Федерация. Программа для классификации и ранжирования доминирующих факторов профессионального риска для личного состава пожарно-спасательных подразделений при ликвидации техногенных аварий / А. Т. Павленко. № 2026611108 ; заявл. 20.01.2026 ; опубл. 27.01.2026, Бюл. № 2. 1 с. EDN KWWLKL

12. Копец Ю. В., Павленко А. Т., Малкин В. Ю. Логико-вероятностная модель оценки интегральной защищенности персонала предприятий по обращению с твердыми коммунальными отходами с использованием технологий пиролиза // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2026. Т. 15. № 1 (73). С. 134–139. EDN OKKXRA

13. Павленко А. Т. О создании научно-методических основ рискориентированного обеспечения безопасности труда личного состава аварийно-спасательными пожарных подразделений // Вестник луганского государственного университета имени Владимира Даля. Серия: Технические науки. № 4 (5). 2025. С. 49–56. EDN EZOKOX

14. Малкин В. Ю., Павленко А. Т., Красногрудов А. В. Разработка и использование интеллектуальных касок для контроля состояния здоровья сотрудников МЧС во время проведения аварийно-спасательных работ // Строительные и дорожные машины. № 9. 2025. С. 136–145. EDN MZQPAU

15. Пермяков А. В. Разработка электрического способа тушения пожара на газопроводах низкого давления : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Уфа : НГТУ, 2019. 24 с.

© Павленко А. Т. Левченко М. Э., 2026
© Левченко Э. П., 2026

Рекомендована к печати к.фарм.н., доц., зав. каф. ЭБЖ ДонГТУ Фёдоровой В. С., д.т.н., проф. каф. пожарной безопасности ЛГУ им. В. Даля Филатьевым М. В.

Статья поступила в редакцию 30.05.2026.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Павленко Александр Тимофеевич, *заместитель директора института гражданской защиты*
Луганский государственный университет им. В. Даля,
г. Луганск, Россия

Левченко Эдуард Петрович, *канд. техн. наук, доцент каф. экологии и безопасности жизнедеятельности*
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Россия, e-mail: levchenckoeduard@yandex.ru

Левченко Максим Эдуардович, *студент*
Луганский государственный университет им. В. Даля,
г. Луганск, Россия

Pavlenko A. T. *(Lugansk State University named after V. Dahl, Lugansk, Russia)*, ***Levchenko E. P.** *(Donbass State Technical University, Alchevsk, Russia, *e-mail: levchenckoeduard@yandex.ru)*, **Levchenko M. E.** *(Lugansk State University named after V. Dahl, Lugansk, Russia)*

ENVIRONMENTAL AND TECHNOLOGICAL ASPECTS OF FIREFIGHTING FOREST-STEPPE FIRES IN DONBASS

The article is devoted to studying the issues of elimination and prevention forest-steppe fires, which pose a serious threat to the ecosystems of Donbass and cause significant damage to biodiversity, infrastructure and public health. Traditional firefighting methods face limitations related to water

resource availability, response time and personnel safety. In this regard, the article explores current, innovative and more efficient and safe firefighting technologies.

Key words: *fires, firefighting, firefighting methods, combustion behavior, forest-steppe, UAV, efficiency.*

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Pavlenko Aleksandr Timofeevich, *Deputy Director of the Institute of Civil Defense*
Lugansk State University named after V. Dahl,
Lugansk, Russia

Levchenko Eduard Petrovich, *PhD in Engineering, Assistant Professor of the Department of Ecology and Life Safety*
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Russia, e-mail: levchenckoeduard@yandex.ru

Levchenko Maxim Eduardovich, *Student*
Lugansk State University named after V. Dahl,
Lugansk, Russia