

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ
МИНИСТЕРСТВА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»

**ПОЖАРНАЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

*Сборник материалов
XII Международной заочной научно-практической конференции*

28 ноября 2025 года

Минск
УГЗ
2025

УДК 614.843
ББК 39.491-5
П46

Организационный комитет конференции:

председатель – *д.т.н., профессор, начальник Университета гражданской защиты И.И. Полевода;*

сопредседатель – *к.т.н., доцент, начальник кафедры пожарной аварийно-спасательной техники Университета гражданской защиты А.А. Морозов;*

члены организационного комитета:

к.т.н., доцент, первый заместитель начальника Университета гражданской защиты В.Е. Бабич;

к.т.н., доцент, заместитель начальника Университета гражданской защиты Д.С. Миканович;

к.ф.-м.н., доцент, ученый секретарь Университета гражданской защиты А.Н. Камлюк

д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Гидротехническое и энергетическое строительство, водный транспорт и гидравлика» Белорусского национального технического университета И.В. Качанов;

к.т.н., доцент, начальник факультета научных кадров Университета гражданской защиты В.Н. Пасовец;

к.т.н., доцент, начальник факультета предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций Университета гражданской защиты В.В. Лахвич;

к.т.н., доцент, начальник учебно-научного комплекса пожарной и аварийно-спасательной техники Ордена Почёта Академии Государственной противопожарной службы МЧС России В.М. Климовцов;

к.т.н., доцент, начальник кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России им. Е.Н. Зиничева М.Р. Сытдыков;

к.т.н./PhD, начальник Управления ликвидации чрезвычайных ситуаций ДЧС Мангистауской области МЧС Республики Казахстан Д. Аманкешулы;

к.т.н., профессор кафедры пожарной аварийно-спасательной техники Университета гражданской защиты Е.Г. Казутин;

доцент кафедры пожарной аварийно-спасательной техники Университета гражданской защиты В.И. Маханько;

ответственный секретарь – *Е.Д. Старовойтов*

Пожарная аварийно-спасательная техника и оборудование для ликвидации
П46 чрезвычайных ситуаций: сб. материалов XII международной заочной научно-
практической конференции: Минск – УГЗ, 2025.
ISBN 978-985-590-281-3

Тезисы не рецензировались, ответственность за содержание несут авторы.
Фамилии авторов набраны курсивом, после авторов указаны научные руководители.

**УДК 614.843
ББК 39.491-5**

ISBN 978-985-590-281-3

© Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты Министерства по
чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», 2025

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1 «Эксплуатация пожарной аварийно-спасательной, инженерной и вспомогательной техники. перспективы развития»

<i>Goncharov I.N.</i> The procedure of special units and their drives lifelength control for the high-altitude fire rescue technique as one of the reliability measures drawing on the case of fire aerial ladder	8
<i>Nechaev V.V., Kashankova V.V.</i> Emergency agencies and departments workers' equipment improvment as a part of a set of measures for wartime period protection	10
<i>Волынец К.А., Бабарень К.Д., Малаш Н.И.</i> Современное состояние и перспективы развития пожарной и аварийно-спасательной техники	13
<i>Воронков О.А., Маханько В.И.</i> Совершенствование методики обучения водительского состава органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям республики беларусь	15
<i>Гаврошко В.С., Симонов А.Е., Щигло И.Е.</i> Эксплуатация пожарной аварийно-спасательной техники, инженерной и вспомогательной техники. перспективы развития	18
<i>Гончаров И.Н.</i> Порядок проведения контроля наработки спецагрегатов и их приводов высотной пожарной аварийно-спасательной техники как одного из показателей надежности на примере пожарной автолестницы	20
<i>Демьянов В.В., Рацевич А.В., Забрамский С.Н.</i> Вездеход «Sherp»	23
<i>Демьянов В.В., Рацевич А.В., Забрамский С.Н.</i> Вездеход «Бурлак»	26
<i>Казутин Е.Г.</i> Прогнозирование остаточного ресурса пожарных автоцистерн	30
<i>Казутин Е.Г.</i> Определение расхода ресурса пожарной автоцистерны АЦ-5,0-40 (модель 5309)	32
<i>Казутин Е.Г.</i> Определение остаточного ресурса пожарной автоцистерны	34
<i>Кайбичев И.А.</i> Прогнозирование количества пожаров с привлечением пожарных автолестниц с помощью индикатора боллинджера	38
<i>Кайбичев И.А.</i> Прогнозирование количества пожаров с привлечением пожарных автонасосов с помощью индикатора Price channel	41
<i>Куангалиев А.А., Рудченко Г.И.</i> История родильных домов в россии. проблемы обеспечения пожарной безопасности.	44
<i>Василевич Д.В., Лебедев М.Н.</i> Техническое обслуживание пожарных автомобилей.	47
<i>Маковский М.Л. Казутин Е.Г.</i> Практические навыки подготовки водительского состава в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям	48

<i>Марьянский А.В. Маханько В.И. Анализ старения пожарных автоцистерн и меры их работоспособности в условиях длительных сроков эксплуатации</i>	51
<i>Молчанов Е. Н., Гусев А.С. Аварийно-спасательное оборудование для спасения пострадавших на воде</i>	53
<i>Москвилин Е.А. Власов К.С. Динамика развития торфяных пожаров при наращивании сил и средств на примере пожаров в свердловской области в октябре 2021г .</i>	55
<i>Нечаев В.В., Кашанкова В.В. Совершенствование экипировки работников опчс как часть комплекса мероприятий по их защите в период военного времени</i>	59

СЕКЦИЯ 2 «Аварийно-спасательное оборудование для ликвидации чрезвычайных ситуаций»

<i>Василевич Д.В., Гуськов С.Н. Применение гидроабразивной резки для целей пожаротушения</i>	62
<i>Василевич Д.В., Гуськов С.Н. Абразивные материалы для гидроабразивной резки</i>	64
<i>Гаврошко В.С., Симонов А.Е., Рогальский Д.Я. Аварийно-спасательное оборудование для ликвидации чрезвычайных ситуаций</i>	68
<i>Демьянов В.В., Рацевич А.В., Забрамский С.Н. Мобильный контейнер для тушения электромобилей</i>	71
<i>Колоколов А.В. Технические средства адаптивного планирования маршрутов эвакуации работников при чрезвычайных ситуациях на промышленных объектах</i>	74
<i>Куангалиев А.А., Рудченко Г.И. Разработка специализированного подъемного устройства для эвакуации маломобильных пациентов и новорожденных из медицинских учреждений при пожаре</i>	76
<i>Кузнецов Д.А. Морозов А.А. Угловое устройство для крепления ручных пожарных стволов</i>	79
<i>Кушнир О.Г. Комплекс технических средств автоматизированного розыска и мониторинга состояния населения в районах наводнений</i>	81
<i>Лебедева В.В., Храпоненко О.В, Томилов М.К. Огнетушащая способность водных композиций, модифицированных жидким стеклом</i>	84
<i>Мардас Д.А. Василевич Д.В. Применение аварийно-спасательного инструмента и оборудования для ликвидации чрезвычайных ситуаций</i>	86
<i>Полешко И.П. Цифровой полинг: интегрированные системы упарвления пожарной аварийно-спасательной техникой будущего</i>	88
<i>Самсоник А.Р., Рацевич А.В., Забрамский С.Н. Поисково-спасательные отряды «usar» для поиска и спасение пострадавших из-под завалов</i>	90

<i>Самсоник А.Р., Рацевич А.В., Забрамский С.Н.</i> Дымосос пожарный переносной	93
<i>Сарайкин В.Н., Ваусилевич Д.В.</i> Применение гидравлического аварийно-спасательного инструмента при ликвидации аварийно-спасательных и других неотложных работ	97
<i>Симонов А.Е., Гаврошко В.С., Минаков П.А.</i> Аварийно-спасательное оборудование для спасения пострадавших на высотах	100
<i>Симонов А.Е., Гаврошко В.С., Чечётко И.А.</i> Применение роботизированного комплекса для проведения аварийно-спасательных работ	103
<i>Слесаренко А.А.</i> Гидравлический аварийно-спасательный инструмент при ликвидации ДТП.	105

СЕКЦИЯ 3 «Беспилотные комплексы для проведения аварийно-спасательных работ»

<i>Веремеев Э.Э., Кобяк В.В.</i> Использование беспилотных летательных аппаратов для оценки состояния береговой линии водохранилищ Республики Беларусь	108
<i>Власов К.А., Гусев А.С.</i> Применение беспилотных летательных аппаратов при спасении пострадавших на водах	109
<i>Гаврошко В.С., Симонов А.Е., Федькович В.А.</i> Использование беспилотных летательных комплексов для проведения радиационной разведки	112
<i>Гаврошко В.С., Симонов А.Е., Шавлюк Е.М.</i> Применение беспилотных летательных аппаратов для спасения жизней на воде	114
<i>Гаврошко В.С., Симонов А.Е., Доронин Д.В.</i> Использование беспилотных летательных комплексов для проведения работ по дезинфекции	116
<i>Гаврошко В.С., Симонов А.Е.</i> Применение беспилотных летательных аппаратов при проведении аварийно-спасательных работ	118
<i>Горбач В.С.</i> Применение подвесной системы сброса для беспилотных летательных аппаратов в системе МЧС	119
<i>Дмитравцов М.Г.</i> Беспилотный летательный аппарат, установленный на автоцистерне	121
<i>Дмитравцов М.Г.</i> Китайский беспилотник с тушением пены	125
<i>Доронин Д.В., Демьянов В.В.</i> Использование беспилотных летательных комплексов для проведения поисково-спасательных работ	128
<i>Жигальский Д.А., Симонов А.Е., Гаврошко В.С.</i> Применение беспилотных летательных аппаратов в работе МЧС РБ	130
<i>Секержицкий М.В.</i> Мониторинг состояния плотин, мостов и промышленных объектов с применением беспилотных летательных аппаратов в МЧС РБ	131

<i>Симонов А.Е., Гаврошко В.С., Минаков П.А.</i> Беспилотные комплексы для проведения аварийно-спасательных работ	133
<i>Симонов А.Е., Гаврошко В.С.</i> Связь и оповещение в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям	135
<i>Скакалин Г.Д., Васкевич М.С. Бусел М.О.</i> Использование беспилотных летательных аппаратов для мониторинга паводковой обстановки и оценка последствий стихийных бедствий на территории республики беларусь	138
<i>Тимощенко В.А., Кабешова А.И., Амельченко С.И., Аношко Д.А.</i> Инновационные беспилотные технологии в решении задач ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций	140
<i>Тишевич А.О., Ребко Д.В.</i> Порядок применения беспилотных летательных аппаратов при проведении поисково-спасательных работ	143
<i>Турейский Н.Н., Минаков П.А.</i> Применение беспилотных летательных аппаратов при таянии льдов	146

СЕКЦИЯ 4 «Связь и оповещение в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям»

<i>Гаврошко В.С., Симонов А.Е., Федькович В.А.</i> Внедрение цифровой связи в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь	149
<i>Кроливец А.В., Киселёв А.С., Бусел М.О., Нахай Д.М.</i> Перспективы внедрения новых технологий связи (5g, iot, спутниковые системы) для повышения оперативности реагирования на чс	151
<i>Симонов А.Е., Гаврошко В.С., Федькович В.А.</i> Связь и оповещение в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям	153

СЕКЦИЯ 5 «Первый шаг в науку»

<i>Аксак Н.А.</i> Эффективность использования термографической съемки в обнаружении скрытых очагов возгорания	156
<i>Алешкевич Д.М., Ребко Д.В.</i> Оптимизация нейросетевых моделей оценки риска возникновения ветровалов	157
<i>Белоокий А.Ю., Миканович Г.В.</i> Формулы пространственных параметров пожара	160
<i>Высоцкий Д.В.; Хижняк Е.И., Хижняк А.В.</i> Ошибки формирования отметок имитированных самолетов в подсистеме тренажа автоматизированного пункта наведения авиации	163
<i>Горшанов В.Ю., Михнёнок Е.И., Хижняк А.В.</i> Широкоугольные оптические системы для одноэлементного инфракрасного приемника	165

<i>Журавский Ю.В.</i> , Актуальность автомобильной подготовки в силовых структурах Республики Беларусь	168
<i>Иванов С.В., Лаханский П.В., Сак С.П.</i> Способы перемещения спасателей в условиях сильного задымления	169
<i>Кавчун А.Д., Морозов А.А.</i> Инновации в области аварийно-спасательной техники – пожарный автомобиль Rosenbauer RT	175
<i>Казерский С.А., Яшеня Д.Н.</i> Правовая неопределенность понятий «угроза чрезвычайной ситуации» и «факт чрезвычайной ситуации»: последствия для административного процесса	178
<i>Лазаревич Д.А., Морозов А.А.</i> Инновации в области аварийно-спасательного оборудования – rosenbauer panther	181
<i>Лаханский П.В., Иванов С.В., Сак С.П.</i> Методы поиска пострадавших в условиях сильного задымления	184
<i>Лисовский С.С., Миканович Д.С.</i> Особенности реагирования на чрезвычайные ситуации, вызванные эрозией и абразией берегов судоходных рек	187
<i>Лисовский С.С., Миканович Д.С.</i> Применение вероятностных методов при анализе надежности гидротехнических сооружений судоходных рек	190
<i>Пешакова В.А.</i> Ранцевые огнетушители как инструмент борьбы с лесными пожарами	193
<i>Рагимов Д.Р., Морозов А.А.</i> Современное развитие пожарной аварийно-спасательной техники	195
<i>Рак А.С., Маханько В.И.</i> Огневой симулятор для тренировки газодымозащитников	198
<i>Сергеенко А.В., Хижняк А.В., Хижняк А.В.</i> Алгоритм формирования гиперспектрально-поляризационного изображения	200
<i>Симанько И.А., Морозов А.А.</i> Инновации в области аварийно-спасательного оборудования – bronto sky-rescue f42 rvsr	202
<i>Слюсарева А.П., Шакирова А.И.</i> Математическое моделирование как метод анализа и прогнозирования чрезвычайных ситуаций	204
<i>Шелест И.Ф.; Масилевич А.В.; Хижняк А.В.</i> Многокритериальное целераспределение в группировке разнотипных зрк при отражении воздушного нападения на объект обороны	207

СЕКЦИЯ 1
ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОЖАРНОЙ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ,
ИНЖЕНЕРНОЙ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ.
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

UDC 614.846.6

**THE PROCEDURE OF SPECIAL UNITS AND THEIR DRIVES
LIFELength CONTROL FOR THE HIGH-ALTITUDE FIRE RESCUE
TECHNIQUE AS ONE OF THE RELIABILITY MEASURES DRAWING
ON THE CASE OF FIRE AERIAL LADDER**

Goncharov I.N.

The Establishment «Research Institute of Fire Safety and Emergencies» of the
Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus, Minsk

The reliability indicators of high-altitude technique play a key part in ensuring the stability of emergency rescue operations and rescue people. The high reliability indicators minimize the risk of failures of the main components, special equipment units and their drives at critical moments, which directly affects the response time of emergency rescue units, saving lives and protecting property.

In the general case, in accordance with clause 6.8.2 of STB 11.13.25 -2017 «Fire safety standards system. Fire aerial ladders and their components. General technical requirements. Test methods» the reliability tests are performed by the manufacturer. In accordance with clause 4.10, control of the particular reliability indicator – gamma-percentile operating time to failure is carrying out. This indicator regulates the probabilistic value of the operating time of the aerial ladder units and their drives, during which their failure will not occur with a probability of 80% [2, 3].

In accordance with the Annex K to STB 11.13.25 to estimate the gamma percent operating time to failure the number of aerial ladders required for statistical observation should be at least 8 with a manufactured number of at least 80 and an annual output of no more than 1,000.

In accordance with clause 6.8.1 and the Annex K to STB 11.13.25, in agreement with the customer, it is allowed to test one aerial ladder from among those that have passed acceptance tests, and to receive missing information on other samples, pre-selected and registered, during controlled operation.

In accordance with clauses 6.8.3 and 6.8.4, if the number of produced aerial ladders is less than 80, aerial ladders in controlled operation are used for reliability tests. Based on the results of controlled operation, measures should be developed and implemented to eliminate the causes of the identified failures.

The mean-time-between-failures is monitored as part of reliability tests, organized and conducted in order to:

- determine or evaluate the technique functioning quality indicators in certain conditions of use;
- determine (select) the significant factors affecting the technique performance;
- determine the possibility (expediency) of the fire aerial ladder (supply) service introduction.

The main objectives of the tests are:

- control over the compliance of the tactical and technical characteristics of the technique in real-time use conditions;
- identification of design flaws and manufacturing defects of the technique, as well as its components;
- establishment of the degree of impact of errors and failures of the technique on the performance of duty;
- recommendations development for improving the quality of reliability (reliability, storability, durability, maintainability, and others), operation comfort and ergonomics of the technique.

The total number and operations performed are determined in accordance with the operating instructions for fire rescue technique and clauses 7.24.4 - 7.24.7 of STB 11.13.25.

It is recommended to carry out tests of fire aerial ladders in a cyclic mode, while the cycle means the following operations performed sequentially:

- turning on the power take-off device;
- extension and lowering of outriggers;
- lifting the boom of the aerial ladder from the transport position and rotating it by 90°;
- lowering the boom to the minimum angle/lowering the cabin to ground level;
- installation of the cabin (if available);
- lifting the boom to the maximum angle/height;
- extending the boom to its full length;
- lifting and lowering of the lift cabin (if available);
- 360° rotation of the boom;
- shifting the boom;
- lowering the boom to the minimum angle/lowering the cabin to ground level;
- lifting the outriggers.

The operations (turning on the power take-off device, extending and lowering of outriggers, - lifting the boom of the aerial ladder from the transport position and rotating it by 90°, lowering the boom to the minimum angle) are

repeated after a 10-fold repetition of operations (- installation of the cabin (if any), shifting the boom). The total number and operations performed are determined in accordance with clauses 7.24.4 - 7.24.7 of STB 11.13.25.

At run out cycles, the total number of operations (except for installation and lifting the outriggers) can be distributed depending on the movement of the power actuating device (hydraulic cylinder, hydraulic motor) within the zone of its working use and workload as follows:

- full displacement – 25% of the total number of cycles;
- displacement by 75 % or more – 30 % of the total number of cycles;
- moving by 50 % or more – 25 % of the total number of cycles;
- displacement of 25 % or more – 20 % of the total number of cycles;
- maximum workload – 25 % of the total number of cycles with this displacement;
- workload is 75 % of maximum – 25 % of the total number of cycles with this displacement;
- workload is 50 % of maximum – 25 % of the total number of cycles with this displacement;
- workload is 25% of maximum – 25% of the total number of cycles with this displacement.

At the same time, the total life length should be at least 100 hours.

REFERENCES

1. Fire safety standards system. Fire aerial ladders and their components. General technical requirements. Test methods: STB 11.13.25-2017. – Introduction. 03/01/2018. Minsk: State Committee for Standardization of the Republic of Belarus, 2017. – 50 p.
2. Reliability – the main indicators and characteristics [Electronic resource]. – 2025. Access mode: [https:// xn-b1amah.xn](https://xn-b1amah.xn)– Access date: 04.23.2025.
3. Reliability indicators and engineering practice [electronic resource]. – 2025. Access mode: <https://isup.ru/articles/36/1505/> – Access date: 21.04.2025.

UDC 614.842.83.364

EMERGENCY AGENCIES AND DEPARTMENTS WORKERS` EQUIPMENT IMPROVMENT AS A PART OF A SET OF MEASURES FOR WARTIME PERIOD PROTECTION

Nechaev V.V., Kashankova V.V.

State Educational Institution «University of Civil Protection of the Ministry of
Emergency Situations of the Republic of Belarus», Minsk
The Establishment «Research Institute of Fire Safety and Emergencies»

of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus, Minsk

The significant impact of wartime conditions on the effectiveness of emergency rescue and other urgent works (hereinafter – ASDNR), as well as the units viability have been identified during analysis of the conditions and factors of wartime affecting the performance of tasks by the fire and rescue service of civil Defense (hereinafter referred to as the GO PASS) [1]. It will be required the increasing of works than in peacetime as well as the application of appropriate protection measures for workers to save the affected population and minimize the impact of warfighting dangerous factors. The implementation of the earlier proposed measures [1] aimed at the units protection improvement during ASDNR and in their permanent duty stations will make it possible to plan in advance, adjust and supplement the preparation of organizational, technical, financial and other procedures for the PASS conversion to the operational readiness [2-4].

The recommendations on the PASS equipment improvement were made along with proposals for the adaptation of regulatory legal acts, ensuring protection in the permanent duty stations and on the routes. The firefighter's protective equipment for wartime development is a strategically important area that ensures the stability and safety of emergency rescue units in high-risk environments. Modern protective equipment adapted to such conditions can significantly reduce the injuries and losses among personnel. The integration of intelligent materials, biometric sensors, modular systems and body armor into firefighters' equipment, as well as the introduction of modern protection systems against unmanned aerial vehicles (hereinafter referred to as the UAV) not only increases their safety, but also expands their functionality when performing tasks in an extreme environment.

For ensuring the personal safety of each employee during the ASDNR the investigations and research results previously conducted by the Establishment «Research Institute of Fire Safety and Emergencies» of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus (hereinafter referred to as the RIFS) can be used. The works on firefighter's protective equipment development, including bulletproof and anti-shatter resistance for emergency response at the explosive substances and products containing them production and storage enterprises is ongoing since 2023.

The helmet prototype that provides protection against regulated means of destruction according to class Br 1 was developed under the frame of paragraph 9 «To investigate the developing and manufacturing feasibility of a firefighter's helmet with resistance to the regulated means of destruction effects» of the RIFS Research Development Plan [5]. Within the framework of task 13 «To develop and master in production a model of a firefighter-rescuer helmet for emergency rescue and other operations with resistance to the effects of regulated means of destruction» of the state scientific and technical program «Modern technologies for the emergency situations prevention and elimination» 2021-2025, among other things the removable armor protection pad for the helmet is under development now [6].

The performed work is a step towards the formation of a sustainable system for rescuers protection in various conditions. The adaptation of the regulatory legal acts, development of the emergency personnel protection measures, along with the existing experience in studying of the collective and individual protection ensuring problems in wartime and the development of appropriate specialized protective equipment are an important complex for ensuring the functioning and development of professional autonomy of emergency units.

REFERENCES

1. Nechaev, V. V. Development of a list of measures (for wartime) to protect emergencies both in emergency situations and in places of permanent deployment, taking into account the experience and analysis of other countries : master's thesis. – Minsk, 2024. – 43 p.
2. On the approval of the National Security Concept of the Republic of Belarus: Decree of the President of the Republic of Belarus, November 9, 2010, No. 575 // National Legal Internet portal of the Republic of Belarus Belarus. – Access mode: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=P31000575>. – Access date: 22.03.2025.
3. On defense [Electronic resource]: The Law of the Republic of Belarus, November 3, 1992, No. 1902-XII // National Legal Internet portal of the Republic of Belarus Belarus. – Access mode: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=V19201902>. – Access date: 04/22/2025.
4. On civil defense [Electronic resource]: The Law of the Republic of Belarus, November 27, 2006, No. 183-Z // National Legal Internet portal of the Republic of Belarus Belarus. – Access mode: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=H10600183>. – Access date: 22.05.2025.
5. To investigate the feasibility of developing and putting into production a firefighter's helmet with indicators of resistance to the effects of regulated means of destruction : research report : Research Institute of the Ministry of Emergency Situations of Belarus : A. A. Starovoitov. – Minsk, 2023. – 64 p.
6. Report on research and development work on assignment 13 «To develop and master in production a model of a firefighter-rescuer helmet for emergency rescue and other operations with resistance to the effects of regulated means of destruction» of the state scientific and technical program «Modern technologies for the emergency situations prevention and elimination», 2021-2025 : research report (interim) : Research Institute of the Ministry of Emergency Situations of Belarus : directed by A. A. Starovoitov. – Minsk, 2024. – 61 p. – No. GR 20241646.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПОЖАРНОЙ И АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Волынец К.А., Бабарень К.Д.

Малаш Н.И., старший преподаватель

Академия управления при Президенте Республики Беларусь

Развитие, разработка и совершенствование пожарной и аварийно-спасательной техники обусловлено постоянным усложнением оперативной обстановки, связанной с ростом техногенных аварий и катастроф, появлением новых классов рисков, таких как возгорание литиевых батарей и объектов с цифровой инфраструктурой, а также увеличением этажности городской застройки. Актуальность темы подтверждают и демонстрируют масштабные международные выставки, например, прошедший в подмосковной Кубинке юбилейный XV Международный салон «Комплексная безопасность - 2024», который посетили свыше 17 тысяч специалистов [1, с. 2].

Эти вызовы требуют принципиально нового подхода к техническому оснащению спасательных подразделений, что и определяет проблему данного исследования, заключающуюся в противоречии между возрастающими требованиями к эффективности и безопасности проведения работ и ограниченными возможностями существующего парка техники.

Согласно общепринятой терминологии, «пожар» — это неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный и социальный ущерб [2, с. 7]. Для снижения риска возникновения и уменьшения последствий пожаров специалисты продолжают разрабатывать организационные, научно-технические, строительно-планировочные меры с целью изыскания наиболее эффективных способов и средств предупреждения пожаров и их ликвидации. Для достижения указанных целей в Республике Беларусь созданы специализированные учреждения, например, научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций (НИИ ПБиЧС) [2, с. 8].

Современный парк аварийно-спасательной техники представляет собой сложную систему, включающую пожарные автомобили (основные, специальные, вспомогательные), аварийно-спасательные комплексы, инженерную технику. Ярким примером современных тенденций стал модельный ряд техники на шасси МАЗ, представленный Республикой

Беларусь, включая новейшую 52-метровую пожарную автолестницу с люлькой повышенной грузоподъемности и лифтом [1, с. 4].

Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций занимается разработкой и совершенствованием пожарной и аварийно-спасательной техники, снаряжения и вооружения, огнетушащих веществ, технических средств противопожарной защиты.

Как известно, пожары в различных средах обитания человека отличаются своей спецификой. Для ликвидации производственных и бытовых пожаров применяются специальные пожарные автомобили: АКП, АСА, АСО, АГ, АШ, АЛП и др. Для тушения огня в высотных зданиях применяются вертолеты, а в производственных пожарах активно используются роботизированные комплексы.

Природные пожары характеризуются масштабом поражаемой зоны и стихийным распространением огня. К современным техническим средствам ликвидации природных пожаров относятся: вертолеты Ми-2, Ми-8МТ (Ми-17), Ми-26Т, самолеты АН-2 и ИЛ-103. Также для быстрого обнаружения пожаров используются видеокамеры и беспилотные аппараты «Иркут-3» и «Иркут-10» [2, с. 8]. Ответом на эти вызовы становятся инновационные направления развития, среди которых ключевыми являются цифровизация, роботизация и экологизация. Согласно исследованиям белорусского НИИ ПБиЧС, важным направлением является разработка интеллектуальных систем мониторинга состояния спасателей, таких как система контроля температуры подкожного пространства и частоты сокращений сердца в реальном времени.

Ключевую роль в предупреждении пожаров играет их своевременное обнаружение. Цифровизация проявляется во внедрении систем телематики для мониторинга состояния машин, использовании BIM-технологий для планирования операций. Параллельно ведется активная работа над совершенствованием средств индивидуальной защиты, о чем свидетельствуют представленные на салоне новинки: боевая одежда в виде комбинезона, костюм спасателя для миссий INSARAG, шлем с люминесцентным покрытием и облегченная конструкция спасательного шлема, высоко оцененные главой МЧС России А. Куренковым. К перспективам развития технологий борьбы с пожарами можно отнести новейшие разработки в области робототехники с применением искусственного интеллекта. К примеру, мобильные роботизированные установки пожаротушения (МРУ) создаются специально для тушения пожаров в метро, туннелях, производственных и складских помещениях. Ведутся активные разработки полностью беспилотных пожарных машин. Важным трендом является и модульный принцип построения технических комплексов, позволяющий создавать унифицированные платформы с заменяемыми функциональными модулями для различных задач.

Несмотря на существующие проблемы в текущем состоянии парка аварийно-спасательной и пожарной техники, перспективы его развития четко

очерчены и связаны с интеграцией передовых технологий. Можно сделать вывод о том, что проводимая научно-исследовательская и практическая работа в области предупреждения пожаров эффективна и постоянно совершенствуется. Международное сотрудничество является ключевым драйвером прогресса в данной области. Практическими шагами должны стать разработка долгосрочной государственной программы технического переоснащения с акцентом на модульность, а также концентрация научных усилий на исследованиях в области искусственного интеллекта для управления группами роботов и разработки новых огнестойких материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комплексная безопасность – 2024 : XV Междунар. салон средств обеспечения безопасности, Московская обл., г. Кубинка, 29 мая–1 июня 2024 г. – Минск : НИИ ПБиЧС, 2024. – 22 с.
2. Повышение надежности и эффективности работы аварийно-спасательной техники и оборудования : материалы III Междунар. науч.-практ. online-конф., Гомель, 25 февр. 2015 г. / редкол.: В. А. Ковтун [и др.]. – Гомель : ГГТУ, 2015. – 106 с.

УДК 614.846.63

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ВОДИТЕЛЬСКОГО СОСТАВА ОРГАНОВ И ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Воронков О.А.

Маханько В.И., доцент кафедры

Университет гражданской защиты

Профессиональная деятельность водителя оценивается двумя взаимосвязанными требованиями. Во-первых, водитель должен работать эффективно, т. е., используя эксплуатационные качества автомобиля, быстро выполнять задачи по перевозке. Во-вторых, при этом он не должен нарушать требования безопасности движения, т. е. работать надежно. Надежность водителя зависит от его профессиональной пригодности, подготовленности и работоспособности. Подготовленность определяется наличием у водителя специальных знаний и навыков.

Метод обучения – совокупность средств и приемов, с помощью которых осуществляется передача, усвоение знаний и формирование навыков, необходимых обучаемым для практической деятельности. Наиболее

применяемые методы обучения водителей: рассказ, объяснение, показ, беседа, тренировки (упражнения), самостоятельная работа, практическое вождение.

Выбор методов обучения зависит от темы, цели, содержания занятий и степени подготовленности обучаемых.

Рассказ – это краткое повествовательное изложение изучаемого материала.

Оно применяется при изучении основ безопасности движения и правилам вождения автомобильной техники.

Объяснение – это такой вид устного изложения материала, когда руководитель занятия стремится раскрыть сущность предмета и явления.

Показ – это такой метод обучения, когда руководитель занятия демонстрирует какие-то конкретные действия. Наиболее экономичным и эффективным средством обучения в этом случае является практический показ соответствующих приёмов.

Беседа – этот метод заключается в том, что он строится в форме диалога с руководителем занятия, или в форме вопросов и ответов. Она используется для обеспечения связи предыдущего материала с новым, для их передачи и закрепления. Одновременно она является сильным средством изучения обучаемых – уровня их знаний, способностей, их отношения к изучаемому предмету, настроений и желаний.

Тренировки (упражнения) – выработка умений и навыков, для приобретения которых требуется многократное и сознательное повторение изучаемых приёмов и действий.

Самостоятельная работа – это метод, при котором, обучаемые без непосредственного участия руководителя закрепляют ранее приобретенные и овладевают новыми знаниями, навыками и умениями. Усвоение теоретических знаний сводится главным образом к работе с учебниками, плакатами, схемами.

Практическое вождение – это метод, при котором обучаемые практически применяют приобретенные навыки, знания и умения в использовании штатной техники. Практическое вождение позволяет не только закрепить приобретенные знания, навыки и умения, но и выявить недостатки в подготовке к вождению. Поэтому результаты практического вождения должны тщательно анализироваться и на основе этого приниматься меры по повышению выучки личного состава.

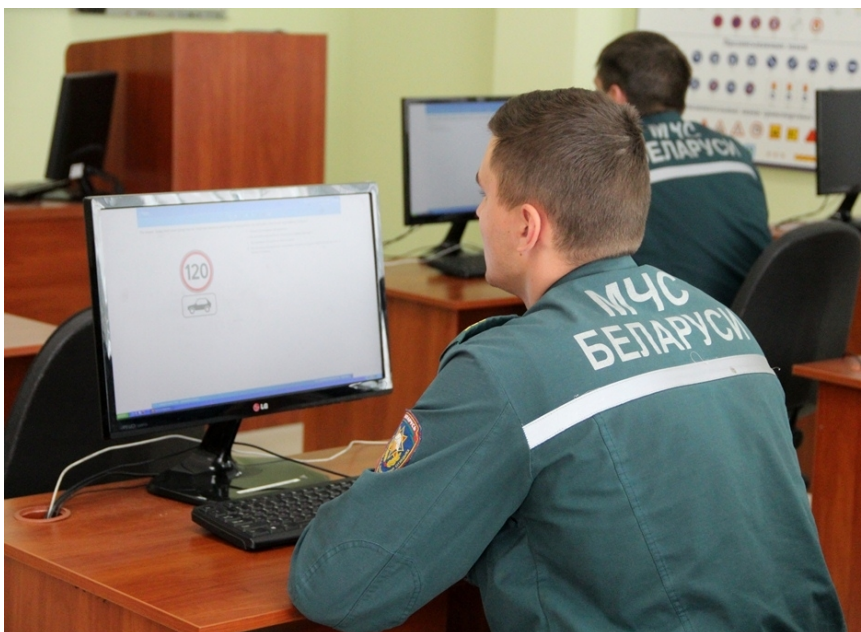


Рисунок 1 – Решение билетов

Обучение водительского состава органов и подразделения по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (далее – ОПЧС) неразрывно связано с повышением боевой готовности подразделения. Ведущая роль в этом принадлежит руководителю занятий, который организует и проводит подготовку водителей. В ходе обучения руководитель не только учит, прививает навыки, но одновременно и воспитывает. Задачи воспитания в процессе обучения должны решаться не стихийно, а творчески, с использованием всех воспитательных возможностей, заложенных в обучение. Умелое сочетание обучения и воспитания способствует формированию у водителей ОПЧС специальных качеств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Врубель, Ю.А. Водителю о дорожном движении: пособие для слушателей учебного центра подготовки, повышения квалификации и переподготовки кадров автотракторного факультета / Ю.А. Врубель, Д.В. Капский. - 3-е изд., дораб. - Минск, 2010. - 139 с.

2. Приказ заместителя Министра обороны Республики Беларусь по вооружению – начальника вооружения Вооруженных Сил Республики Беларусь от 3 января 2005 г. «Об утверждении программы подготовки (переподготовки) водителей».

УДК 629.331

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОЖАРНОЙ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ, ИНЖЕНЕРНОЙ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Гаврошко В.С., Симонов А.Е., Щигло И.Е.

Университет гражданской защиты

Эксплуатация пожарной аварийно-спасательной, инженерной и вспомогательной техники является ключевым компонентом системы обеспечения безопасности и оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации. Современная техника позволяет спасателям решать сложнейшие задачи по тушению пожаров и спасению людей, обеспечивая высокую эффективность и безопасность работы в условиях повышенной опасности. Без надежного оборудования невозможна быстрая локализация очагов возгорания, проведение аварийно-спасательных работ и минимизация ущерба как для здоровья людей, так и для материальных ценностей.

Основная пожарно-аварийная спасательная техника включает в себя автоцистерны с мощными насосами высокого давления, обеспечивающими оперативную подачу воды и пенообразователей на очаг возгорания, автолестницы и подъемники, позволяющие проводить спасение на значительной высоте. Важную роль играют дыхательные аппараты и защитные костюмы, которые обеспечивают безопасность пожарных в условиях задымления и токсичности воздуха. Для аварийно-спасательных работ применяются гидравлические инструменты — ножницы и домкраты — для вскрытия деформированных автомобилей или преград, а также сварочное и резательное оборудование, позволяющее работать с металлом и другими прочными материалами. Вспомогательное оборудование, включая системы освещения, генераторы и средства связи, является неотъемлемой частью комплексного обеспечения работы спасателей.

Основная задача пожарно-аварийно-спасательной техники — максимально быстро и безопасно устранить очаги возгораний, провести спасательные работы при ДТП, техногенных катастрофах или природных бедствиях. Именно с помощью специального оборудования спасатели способны проникать в задымленные помещения, поднимать людей с высоты, вскрывать поврежденные конструкции, организовывать эвакуацию и оказывать первую помощь. Вспомогательная техника охватывает системы освещения, генераторы, средства связи и транспорт для доставки персонала и оборудования. Каждый вид техники предназначен для решения конкретных задач и требует соответствующего назначения и квалифицированного использования. Особенностью пожарно-аварийно-спасательной техники является её адаптация под экстремальные условия эксплуатации. Оборудование должно надежно работать при сильном задымлении, повышенных температурах, вибрациях и механических нагрузках. Для эффективного и быстрого реагирования техника должна быть мобильной,

легко управляемой и эргономичной, чтобы обеспечить безопасность персонала и максимальную продуктивность.

Техническое состояние техники поддерживается строгими правилами эксплуатации: регулярным техническим осмотром, своевременным обслуживанием и ремонтом, правильным хранением в специализированных помещениях с контролем параметров окружающей среды — это гарантирует её готовность к применению в любое время. Например, огнетушители требуют хранения в местах с фиксированной температурой и в доступных зонах, что обеспечивает их надежное функционирование в случае необходимости. Персонал должен проходить регулярное обучение и практические занятия для правильной работы с оборудованием и соблюдения правил безопасности.

Перспективы развития пожарно-аварийно-спасательной техники связаны с внедрением цифровых технологий и роботизации, что позволит снизить риски для спасателей и повысить эффективность операций. Уже сегодня разрабатываются и внедряются системы дистанционного управления и мониторинга техники, дроны для разведки и выполнения операций в опасных зонах, а также ИИ для оптимального распределения ресурсов и оперативного анализа обстановки. Технические нововведения включают создание легких, модульных систем подачи воды и пенообразователей, повышение энергоэффективности и адаптацию оборудования к экстремальным климатическим условиям. Развитие быстровозводимых модульных пожарных депо и рост численности специализированных подразделений обеспечивают оперативность реагирования на территории с повышенными рисками.

Таким образом, эффективная эксплуатация пожарно-аварийно-спасательной техники требует строго соблюдения правил эксплуатации и хранения, регулярного технического обслуживания и профессиональной подготовки персонала. Будущее отрасли заключается в интеграции современных технологий, автоматизации и повышении мобильности техники, что позволит увеличить безопасность спасателей и повысить качество проводимых работ. Развитие инноваций и внедрение новых технических решений создадут условия для более быстрого и качественного реагирования на чрезвычайные ситуации, что напрямую способствует спасению жизней и защите имущества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Республики Беларусь от 5 мая 1998 г. № 141-З «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
2. Закон Республики Беларусь от 15 июля 2008 г. № 411-З «О гражданской обороне». С.132

3. Кузьменков, А.А., Соболев, В.В. Пожарная аварийно-спасательная техника и оборудование: курс лекций. – Минск: Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь, 2020.

УДК 614.846.6

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ КОНТРОЛЯ НАРАБОТКИ СПЕЦАГРЕГАТОВ И ИХ ПРИВодОВ ВЫСОТНОЙ ПОЖАРНОЙ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ КАК ОДНОГО ИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ПОЖАРНОЙ АВТОЛЕСТНИЦЫ

Гончаров И.Н.

Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» МЧС Республики Беларусь

Показатели надёжности высотной техники играют одну из ключевых ролей в обеспечении стабильности проведения аварийно-спасательных работ и спасения людей. Высокие показатели надёжности минимизируют риск отказов основных узлов, спецагрегатов техники и их приводов в критические моменты, что прямо влияет на время реагирования аварийно-спасательных подразделений, спасение жизней и защиту имущества.

В общем случае в соответствии с п. 6.8.2 СТБ 11.13.25 -2017 «Система стандартов пожарной безопасности. Автолестницы пожарные и их составные части. Общие технические требования. Методы испытаний» испытания на надёжность проводит изготовитель. На основании п. 4.10 осуществляется контроль частного показателя безотказности – гамма-процентная наработка до отказа. Данный показатель регламентирует вероятностное значение наработки агрегатов автолестниц и их приводов, в течение которой их отказ не возникнет с вероятностью 80 % [2, 3].

В соответствии с приложением К СТБ 11.13.25 для оценки гамма-процентной наработки до отказа количество автолестниц, необходимое для статистического наблюдения, должно составлять не менее 8 единиц при произведенном количестве автолестниц не менее 80 единиц и годовом объеме выпуска не более 1000 единиц.

В соответствии с п. 6.8.1 и Приложением К СТБ 11.13.25 по согласованию с заказчиком допускается подвергать испытаниям одну автолестницу из числа прошедших приемо-сдаточные испытания, а недостающую информацию по другим образцам, предварительно отобраным и зарегистрированным, получать при подконтрольной эксплуатации.

В соответствии с п. 6.8.3 и п. 6.8.4 при количестве выпускаемых автолестниц меньше 80 единиц испытаниям на надежность подвергают автолестницы, находящиеся в подконтрольной эксплуатации. По результатам подконтрольной эксплуатации должны быть разработаны и реализованы мероприятия по устранению причин выявленных отказов.

Контроль наработки осуществляется в рамках испытаний на надежность, организуется и проводится в целях:

- определения или оценки показателей качества функционирования техники в определенных условиях применения;
- выявления (отбора) существенных факторов, влияющих на показатели качества функционирования техники;
- определения возможности (целесообразности) принятия ПА на вооружение (снабжение).

Основными задачами испытаний являются:

- контроль за соответствием тактико-технических характеристик техники в реальных условиях эксплуатации;
- выявление конструктивных недостатков и производственных дефектов техники, а также ее составных частей;
- установление степени влияния сбоев и отказов техники на выполнение решаемых задач;
- выработка рекомендаций по улучшению показателей качества надежности (безотказности, сохраняемости, долговечности, ремонтпригодности и других), удобства в эксплуатации, эргономичности техники.

Общее количество и выполняемые операции определяются в соответствии с руководством по эксплуатации на пожарную аварийно-спасательную технику и п.п. 7.24.4 - 7.24.7 СТБ 11.13.25.

Испытания пожарных автолестниц рекомендуется проводить в циклическом режиме, при этом под циклом понимают последовательно выполняемые следующие операции:

- включение коробки отбора мощности;
- выдвигание и опускание выносных опор;
- подъем стрелы автолестницы из транспортного положения и поворот ее на 90°;
- опускание стрелы до минимального угла/опускание люльки до уровня грунта;
- установка люльки (при ее наличии);
- подъем стрелы на максимальный угол/высоту;
- выдвигание стрелы на полную длину;
- подъем и опускание кабины лифта (при ее наличии);
- поворот стрелы на 360°;
- сдвигание стрелы;
- опускание стрелы до минимального угла/опускание люльки до уровня грунта;
- подъем опор.

Операции (включение коробки отбора мощности, выдвигание и опускание опор, подъем стрелы из транспортного положения и поворот ее на 90°, опускание стрелы до минимального угла) повторяют после 10-кратного повторения операций (установка люльки (при ее наличии), сдвигание стрелы). Общее количество и выполняемые операции определяются в соответствии с п.п. 7.24.4 - 7.24.7 СТБ 11.13.25.

При наработке циклов общее количество операций (кроме установки и снятия с выносных опор) может быть распределено в зависимости от перемещения силового исполнительного органа (гидроцилиндр, гидромотор) в пределах зоны его рабочего использования и рабочей нагрузки следующим образом:

- полное перемещение – 25 % от общего количества циклов;
- перемещение на 75 % и более – 30 % от общего количества циклов;
- перемещение на 50 % и более – 25 % от общего количества циклов;
- перемещение 25 % и более – 20 % от общего количества циклов;
- максимальная рабочая нагрузка – 25 % от общего количества циклов с данным перемещением;
- рабочая нагрузка 75 % максимальной – 25 % от общего количества циклов с данным перемещением;
- рабочая нагрузка 50 % максимальной – 25 % от общего количества циклов с данным перемещением;
- рабочая нагрузка 25 % максимальной – 25 % от общего количества циклов с данным перемещением.

При этом полная наработка должна составлять не менее 100 ч.

ЛИТЕРАТУРА

1. Система стандартов пожарной безопасности. Автолестницы пожарные и их составные части. Общие технические требования. Методы испытаний: СТБ 11.13.25-2017. – Введ. 01.03.2018. – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2017. – 50 с.
2. Надежность – основные показатели и характеристики [Электронный ресурс]. – 2025. Режим доступа: [https:// xn-b1amah.xn](https://xn-b1amah.xn)– Дата доступа: 23.04.2025.
3. Показатели надежности и инженерная практика [Электронный ресурс]. – 2025. Режим доступа: <https://isup.ru/articles/36/1505/> – Дата доступа: 21.04.2025.

ВЕЗДЕХОД «SHERP»

Демьянов В.В., Рацевич А.В., Забрамский С.Н.

Университет гражданской защиты

Вездеход «SHERP» как вспомогательное аварийно-спасательное техническое средство.

SHERP - вездеход-амфибия на шинах сверхнизкого давления. Своё название вездеход получил в честь непальских горных проводников, сопровождающих альпинистов на труднодоступных маршрутах в Гималаях, известных своей выносливостью в горах. «Шерп» предназначен для передвижения по бездорожью всех типов, включая песок, снег, лёд, болото, каменные россыпи (курумник), бурелом. Компания сертифицирована по международным стандартам качества ISO 9001, а ее штаб-квартира находится в Киеве (Украина). Автомобили компании продаются по всему миру через широкую дилерскую сеть, включая ARGO и STREIT Group.

Ключевой особенностью транспортных средств SHERP являются большие колёса с бортовой системой их накачивания или сдувания, что позволяет транспортным средствам передвигаться по воде, пересекать заросли, карабкаться и взбираться по тонкому льду.

Эта концепция дизайна была скопирована другими производителями, такими как BigBo и Shatun (шарнирное рулевое управление). В «Шерпе» используются разработки отечественных конструкторов, которые вывели вездеходостроение на новый уровень. «Шерп» может ездить по тундре и болотам, а также плавать по разным водоемам.

История компании «Шерп» началась в 2012 году. Талантливый конструктор Алексей Гарагашьян представил прототип вездехода. После трех лет доработок, выбора комплектующих и материалов вездеход, не имеющий аналогов по проходимости, был запущен в серийное производство.

Главными особенностями конструкции вездеходов «Шерп» стали бескамерные шины сверхнизкого давления и пневмоциркуляционная подвеска, разработанная А. Гарагашьяном. Все шины вездехода связаны друг с другом воздушными каналами с изменяемым сечением, которое можно регулировать в широком диапазоне (вплоть до герметичного закрытия). Регулировка осуществляется из кабины вездехода. К примеру, при наезде

одного колеса на препятствие система равномерно распределит давление по другим колёсам, заметно повышая возможность первого к деформированию.



Рисунок 1– Шерп

Технические характеристики

- Длина габаритная, мм - 3400
- Ширина габаритная, мм - 2520
- Высота габаритная, мм - 2300-2520
- Количество колес - 6
- Конструкционная масса, кг - 1300
- Скорость передвижения, км/ч - до 45
- Мощность силовой установки, л.с. - 44,3
- Грузоподъемность на земле, кг - 1 000
- Грузоподъемность на воде, кг - 500
- Диапазон рабочих температур, градусов - от -45 до +45
- Подвеска - пневмоциркуляционная
- Коробка передач - механическая, 5-ступенчатая
- Кузов - стальной/алюминиевый
- Тип топлива - дизель

Модель вездехода	Шерп Макс	Шерп 10	Шерп N
Фото			
Колёсная формула	4x4	10x10	4x4
Длина, мм	3500	9632 (платформа 4720)	3984
Ширина, мм	2520	2520 (платформа 2210)	2520
Высота, мм	2420	2600	3014
Клиренс, мм	600	600	600
Максимальная скорость на суше, км/ч	40	35	40
Максимальная скорость на воде, км/ч		6	
Крутизна преодолеваемого подъёма, градусов	35	40	35
Высота преодолеваемого препятствия, см	100	150	100
Двигатель	Kubota V1505-t	Cummins ISF 2.8	Doosan D18
Тип топлива	дизель		
Трансмиссия	6-ступенчатая, механическая	5-ступенчатая, механическая	6-ступенчатая, механическая
Тип шин	Бескамерные, сверхнизкого давления		
Размер шин, мм	1600 x 600 — 25"		1800 x 600 — 25"
Подвеска	Пневматическая, циркуляционная		
Грузоподъемность, кг	1000	На переднюю секцию — 500, на заднюю секцию до 3000	1200
Вместимость	Кабина, оборудованная ремнями безопасности — 2 чел. Кунг, спальных мест на 2 чел. Пассажировместимость — 6 чел.	Кабина — 4 чел. Кунг — в зависимости от исполнения (Всего до 22 чел.)	Кабина, оборудованная ремнями безопасности — 2 чел. Дополнительно до 7 сидений Кунг, спальных мест на 2 чел. Пассажировместимость — до 9 чел.

Рисунок 2 – Модификации «Шерп Макс», «Шерп N» и «Шерп 10»

Эксплуатация и меры безопасности

Освоение бортового поворота. Управление Шерпом осуществляется с помощью двух рычагов, что требует плавных и размеренных действий. Поворот выполняется путем притормаживания колес одного борта, пока колеса другого продолжают движение, что позволяет разворачиваться практически на месте, подобно гусеничной технике. Для эффективного маневрирования необходимо научиться работать рычагами синхронно.

Движение по пересеченной местности. При преодолении крутых подъемов, спусков и косогоров необходимо соблюдать особую осторожность. Не делайте резких маневров, чтобы не потерять устойчивость. Низкий центр тяжести вездехода обеспечивает хорошую стабильность, даже на склонах до 35°, но при движении по сильно пересеченной местности всегда существует риск опрокидывания при неправильном управлении.

Безопасность при преодолении водных преград. Шерп обладает амфибийными свойствами и способен передвигаться по воде. Перед заездом в воду необходимо убедиться в отсутствии скрытых препятствий, а при движении по воде — не превышать безопасную скорость. Способность вездехода плавать и выбираться на лед делает его незаменимым в условиях Севера, но не отменяет необходимости быть внимательным.

Регламентное техническое обслуживание. Для обеспечения надежной и безопасной работы вездехода необходимо проводить регулярное

техническое обслуживание. Техобслуживание рекомендуется выполнять каждые 50 моточасов. Важно следить за состоянием цепного привода, давлением в шинах и уровнем всех технических жидкостей. В вездеходах Шерп предусмотрена полуавтоматическая система смазки цепей, позволяющая смазывать их, не выходя из кабины.

Контроль загрузки и веса. Не превышайте максимальную грузоподъемность, указанную в спецификации, чтобы не нарушать центр тяжести и не влиять на управляемость. Равномерное распределение груза имеет важное значение для сохранения устойчивости вездехода. В салоне предусмотрены специальные веревочные перила для удобного и безопасного передвижения во время движения.

Экипировка и аварийные средства. При движении в отдаленных районах всегда имейте при себе средства спасения, такие как спасательные жилеты, аптечка, средства связи и комплект инструментов для аварийного ремонта. Наличие этих средств может стать решающим в случае непредвиденных ситуаций.

Обучение и подготовка. Перед самостоятельной эксплуатацией необходимо пройти специальное обучение управлению вездеходом и изучить руководство по эксплуатации. Для этого можно обратиться к официальным дилерам Sherp, которые предоставляют информацию и обучающие видео. Особое внимание следует уделять особенностям управления, маневрированию и правилам поведения в аварийных ситуациях.

ЛИТЕРАТУРА

1. - URL: <https://sherp.ru/sherp> (дата обращения: 29.09.2025).
2. –URL: <https://sherpglobal.com> (дата обращения: 29.09.2025).
2. - URL: <https://testdrive.autoua.net> (Дата обращения: 29.09.2025).

УДК: 629.27

ВЕЗДЕХОД «БУРЛАК»

Демьянов В.В., Рацевич А.В., Забрамский С.Н.

Университет гражданской защиты

Вездеход «Бурлак» как вспомогательное аварийно-спасательное техническое средство

Вездеход «Бурлак» – это транспортное средство, которое для предназначено для перемещения в сложных дорожных условиях, а также по воде. Производится в Кургане и позиционируется как снегоболотоход.

Вездеход «Бурлак» 8×8 помимо кухни оснащён санузлом, грузовым отсеком, спальными местами, кондиционером, отопителем. В нём имеются

розетки и рундуки. Кузов машины обшит алюминием. Подвеска пневмогидравлическая.

Полностью отечественной разработки, этот снегоболотоход оборудован мотором американской компании Cummins.

Отличительная черта вездехода – колёсная формула 8х8. Ранее курганский завод выпускал снегоболотоходы с четырьмя и шестью колёсами.

«Новый Бурлак практически не оказывает давление на грунт, он способен круглогодично работать в Арктической зоне России, где почвы особенно уязвимы к внешнему механическому воздействию».



Рисунок 1 – Бурлак

Технические характеристики

- Габариты (ДхШхВ), мм – 9600/2950/3550.
- Снаряжённая масса, т – 8.
- Скорость, км/ч – 70.
- Грузоподъёмность, т – 5.
- Клиренс, мм – 800.
- Запас хода, км – 2500.
- Мощность мотора, л. с. – 170.
- Объём мотора, л – 3,8.
- Высота колёс, мм – 1800.
- Давление на грунт кг/см² – 0,12.

Окончательные характеристики могут меняться, если вездеход «Бурлак» 8х8 будет иметь большой спрос. Это модульный вездеход. Его можно переоборудовать в манипулятор, медицинский вездеход или просто пассажирский.

Снегоболотоход способен двигаться по воде. Для этого у него есть специальный гребной винт, который компактно помещён в кузов. Кроме того, перемещение с помощью колёс по воде тоже возможно

«Бурлак» 8х8 на ПМГФ-2024

Новый вездеход был представлен на Петербургском международном газовом форуме (ПМГФ), который проходил с 8 по 11 октября 2024 года в Санкт-Петербурге в конгрессно-выставочном центре «Экспофорум».

Глава «Газпрома» Алексей Миллер и член правления этой же компании Виталий Маркелов по достоинству оценили «Бурлак» 8х8. Особенно они отметили его просторность и возможности новой модели. Топ-менеджеры считают, что такие гигантские спецмашины повысят эффективность логистики в структурах «Газпрома» и региона, а также будут крайне полезны в условиях Севера.

Эксплуатация и меры безопасности

Гигантская техника имеет свои специфические особенности использования.

Перед применением:

Ознакомьтесь с функциями и характеристиками транспортного средства в руководстве.

Осмотрите вездеход, чтобы убедиться в его целостности и исправности.

Залейте топливо, которое соответствует рекомендациям производителя.

Правильно подготовьте снегоболотоход к зимнему сезону: проверьте все системы, обработайте вездеход антикоррозийным средством, произведите замену масла и антифриза, проверьте заряд аккумулятора.



Рисунок 2 – Бурлак

Другие модификации вездехода

«Бурлак» 8х8 – не единственная модель, которую выпускает Курганский завод. Всего существует 13 разных модификаций. 5 из них являются основными.

1. Экспедиционный вариант 6х6. Используется в долгих экспедициях в труднодоступных маршрутах. Имеет увеличенный запас топлива. Оснащён кухонной зоной, жилым модулем, розетками и другими функциями. Может проехать до 2500 км.

2. Грузопассажирская модификация 6х6. Создана для перемещения людей и грузов в трудных климатических и дорожных условиях. У неё большой грузовой отсек, есть тент. Выдерживает груз до 3 тонн без учёта прицепа. В автомобиле умещается до 19 человек.

3. Модификация с буровой установкой. Позволяет бурить скважины, в том числе в трудных условиях. Внутри помещается до 7 человек. Есть места для отдыха.

4. Вездеход скорой медицинской помощи 6х6. Предназначен для эксплуатации в отдалённых труднодоступных местах. В салоне есть всё необходимое медицинское оборудование для оказания первой помощи.

5. Машина с крано-манипуляторной установкой (КМУ) 6х6. Предназначена для различных действий с грузами.



Рисунок 3 – Бурлак

Экспедиции «Бурлаков»

В 2017 году 5 жителей Латвии совершили путешествие на остров Белый в Карском море на самом первом «Бурлаке». Время в пути составило месяц.

В 2019 году тремя снегоболотоходами была совершена экспедиция «Север рядом» от Нового Уренгоя до Анадыря по краю северных морей. В этом путешествии режиссёр Роман Супер снял одноимённый фильм о «Бурлаке». Спецпоказы состоялись в кинотеатрах Екатеринбурга и Кургана.

В 2021–2022 годах 6 вездеходов перевозили строительные материалы и модули для реконструкции станции «Восток» в центральной части Антарктиды.

20 февраля 2023 года пара вездеходов участвовали в экспедиции «Север рядом. Якутскими тропами». Её участники провели исследования, а также доставили в дальние сёла продукты. Завершилась экспедиция 6 марта. За 14 дней «Бурлаки» преодолели около 3000 километров и посетили 10 населённых пунктов.

ЛИТЕРАТУРА

1. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 01.01.2025).
2. URL: <https://burlakoffroad.com/ru/> (дата обращения: 01.01.2025).
2. URL: <https://www.drive2.ru/b/547841015461970228/> (Дата обращения: 29.09.2025).

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ПОЖАРНЫХ АВТОЦИСТЕРН

Казутин Е.Г., кандидат технических наук

Университет гражданской защиты

Согласно методическим указаниям РД 50-423-83 [1], номенклатура контролируемых параметров, которые определяют остаточный ресурс, устанавливается в отраслевой нормативно-технической документации. Для автомобилей (в том числе пожарных автоцистерн – далее ПАЦ) естественной мерой остаточного ресурса служит пробег в километрах или продолжительность эксплуатации, измеряемая временным параметром [2-4]. Под прогнозированием понимают определение срока исправной работы автомобиля до возникновения ПС, обусловленного технической документацией [5].

Оценка остаточного ресурса (остаточного срока службы) ПАЦ в Беларуси опирается на нормативный срок службы. При этом для конкретных ПАЦ, эксплуатируемых в пожарных аварийно-спасательных частях, применяется планово-предупредительная система технического обслуживания, в рамках которой в некоторых случаях использование статистики невозможно (если изделие новое или единичное), что характерно для изделий, которые имеют ограниченный срок службы в силу быстрого функционального и морального старения специальной техники [6].

Наиболее рациональным в данном случае является обслуживание ПАЦ по следующей схеме: определение потребности в техническом вмешательстве – проведение необходимых работ – контроль качества проведенных работ – исправление выявленных отклонений – испытание машины [7]. Однако обслуживание машины по такой рациональной схеме требует решения ряда организационно-технических задач: определения времени, места и объема работ по выявлению потребности в техническом вмешательстве и проведению его.

На рисунке показана функциональная зависимость расхода ресурса ПАЦ P (%) от времени эксплуатации t (мин), которую можно представить и как зависимость от пробега L (тыс. км). Период эксплуатации длится по времени до точки k (контроля технического состояния), где ПАЦ имеет определенный пробег L_k и расход ресурса P_k . Таким образом, можно спрогнозировать работу по времени до точки c (наступления предельного состояния – ПС), в которой ПАЦ будет иметь пробег L_c и расход ресурса P_c , это и будет остаточный ресурс работы ПАЦ.



Рисунок 1 – Прогнозирование остаточного ресурса ПАЦ

ПАЦ достигает ПС в момент пересечения реализацией $P(t)$ уровня P_c , устанавливаемого нормативно-технической документацией. Фактические моменты достижения объектами этого состояния могут существенно различаться в зависимости от их индивидуальных свойств и условий эксплуатации [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические указания. Надежность в технике. Методика прогнозирования остаточного ресурса машин и деталей, подверженных изнашиванию: РД 50-423-83. – М., 1984. – 38 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gostinfo.ru/catalog/Details/?id=2033945>. – Дата доступа: 25.03.2025.
2. Дубов, А. А. Проблемы оценки остаточного ресурса стареющего оборудования / А. А. Дубов // Безопасность труда в промышленности. – 2003. – № 3. – С. 46–49.
3. Шевнин, В. М. Методы оценки остаточного ресурса металлических конструкций грузоподъемных кранов, отработавших нормативный срок службы / В. М. Шевнин, Ю. М. Гофман // Подъемные сооружения и спец. техника. – 2001. – № 2. – С. 25–26.
4. Зудов, Г. Ю. Методика расчета остаточного срока службы автомобиля / Г. Ю. Зудов, А. М. Ишков, А. И. Левин // Вестник ИрГТУ. – 2014. – № 12 (95). – С. 161-165.
5. Жданко, Д. А. Прогнозирование остаточного ресурса мобильных энергетических средств : учебное пособие / Д. А. Жданко, В. Е. Тарасенко, Т. А. Непарко. – Минск : БГАТУ, 2022. – 280 с.
6. Андриян, К. Э. Анализ и планирование технического обслуживания и ремонта сложного объекта на основе его функционального состояния / К.Э.

Андриян, Д.А. Курсин // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2011. № 8. С. 11.

7. Диагностирование автомобилей. Практикум : учеб. пособие / А.Н. Карташевич [и др.]; под ред. А.Н. Карташевича. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2011. – 208 с.

8. Баженов, Ю. В. Прогнозирование остаточного ресурса конструктивных элементов автомобилей в условиях эксплуатации // Ю. В. Баженов, М. Ю. Баженов // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 4. – С. 16–21.

УДК 614.846.63

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА РЕСУРСА ПОЖАРНОЙ АВТОЦИСТЕРНЫ АЦ-5,0-40 (МОДЕЛЬ 5309)

Казутин Е.Г., кандидат технических наук

Университет гражданской защиты

Срок службы АЦ-5,0-40 (модель 5309) с емкостью цистерны 5000 л (рисунок 1) составляет 10 полных лет. Фактический пробег – 50 тыс. км. Фактическая наработка в стационарном режиме – 300 ч. Общая масса рассматриваемых основных частей ПАЦ m_0 составляет 5165 кг. Нормативный пробег каждой основной части до капитального ремонта (КР) L_n принят по значению пробега до КР для ПАЦ на шасси МАЗ – 200 тыс. км. Кузов ПАЦ выполняется в виде пожарной надстройки. Эксплуатируется ПАЦ в г. Минске на дорогах с асфальтобетонным покрытием.



Рисунок 1 – Автоцистерна АЦ-5,0-40 (модель 5309)

Сведения о замене отдельных основных частей ПАЦ приведены в таблице 1. Для двигателя, установленного после КР, учтена фактическая наработка при пробеге и наработка в стационарном режиме, связанном с

приводом пожарного насоса. Для заднего моста учтен пробег после замены. При определении наработки основных частей ПАЦ в стационарных режимах 1 ч работы соответствует пробегу 50 км [1].

Таблица 1 – Сведения о замене основных частей АЦ-5,0-40 (модель 5309)

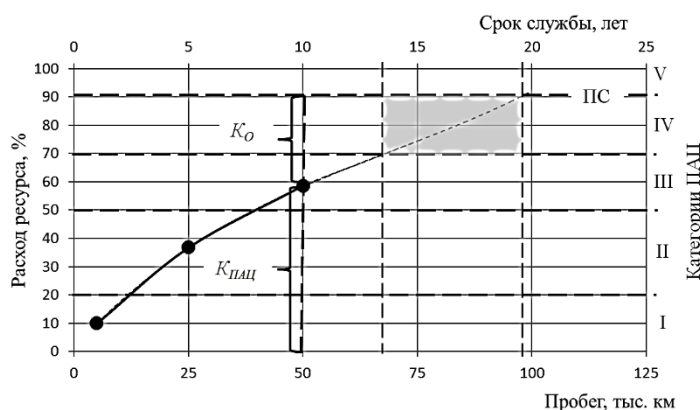
Показатель	Основная часть, пробег (тыс. км) и наработка в стационарном режиме (часы) после установки	
	двигатель, 15 тыс. км, 300 ч	задний мост, 25 тыс. км
Пробег после установки, тыс. км	30	25
Срок службы после установки, лет	3	5

Результаты определения расхода ресурса по методике [2] АЦ-5,0-40 (5309) после 10 лет службы приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Определение расхода ресурса АЦ-5,0-40 (модель 5309)

Основная часть	Нормативный пробег до КР или списания L_n , тыс. км	Фактический пробег L , тыс. км	Отношение $L_{отн} = 100 \cdot L / L_n$, %	Срок службы T , лет	Расход ресурса основной части K_p , %	Расход ресурса основной части, прошедшей КР, $K_p \cdot 1,2$, %	Масса основной части m , кг	Удельный показатель ξ_{ϕ} , %	Расход ресурса ПАЦ $K_{ПАЦ}$, %
Кабина	200	50	25	10	77,4	–	420	8,1	58,6
Кузов	200	50	25	10	77,4	–	770	14,9	
Рама	200	50	25	10	60,9	–	650	12,6	
Двигатель	200	30	15	3	26	31,2	640	12,4	
Коробка передач	200	50	25	10	47,2	–	350	6,8	
Раздаточная коробка	200	50	25	10	47,2	–	320	6,2	
Передний мост	200	50	25	10	54,6	–	670	13	
Задний мост	200	25	12,5	5	32,1	38,5	650	12,6	
Цистерна	200	50	25	10	86,1	–	630	12,2	
Пожарный насос	200	50	25	10	56,9	–	65	1,2	

На основании полученных данных (таблица 2) определен расход ресурса АЦ-5,0-40 (5309) (рисунок 2).



ПС – предельное состояние ПАЦ (расход ресурса 90 %);
 K_o – остаточный ресурс ПАЦ (%); $K_{ПАЦ}$ – расход ресурса ПАЦ (%)
 Рисунок 2 – Ресурс АЦ-5,0-40 (модель 5309) и его составляющие

Приведен пример расчета с использованием разработанного метода расхода ресурса АЦ-5,0-40 (5309) с емкостью цистерны 5000 л. Расчет показал, что при пробеге 50 тыс. км (срок службы 10 лет) ПАЦ выработала полный средний срок службы до списания согласно нормативной документации, однако ее эксплуатация может быть продлена, т.к. расход ресурса ПАЦ составляет всего 58,6 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила организации технической службы в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь: приказ МЧС Республики Беларусь от 15 апр. 2024 г., № 165. – Минск, 2024. – 269 с.
2. Казутин, Е. Г. Методика оценки расхода ресурса пожарных автоцистерн/ Е. Г. Казутин, А. В. Коваленко, А. М. Гоман, А. С. Скороходов, // Механика машин, механизмов и материалов. – 2024. – № 3 (68). – С. 63–70.

УДК 614.846.63

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ПОЖАРНОЙ АВТОЦИСТЕРНЫ

Казутин Е.Г., кандидат технических наук

Университет гражданской защиты

Срок службы АЦ-5,0-40 (модель 5309) с емкостью цистерны 5000 л составляет 10 полных лет. Фактический пробег – 50 тыс. км. Фактическая наработка в стационарном режиме – 300 ч. Общая масса рассматриваемых основных частей ПАЦ m_0 составляет 5165 кг. Нормативный пробег каждой

основной части до капитального ремонта (КР) L_n принят по значению пробега до КР для пожарных автоцистерн (ПАЦ) на шасси МАЗ – 200 тыс. км. Эксплуатируется ПАЦ в г. Минске на дорогах с асфальтобетонным покрытием.

Сведения о замене отдельных основных частей ПАЦ приведены в таблице 1. Для двигателя, установленного после капитального ремонта (КР), учтена фактическая наработка при пробеге и наработка в стационарном режиме, связанном с приводом пожарного насоса. Для заднего моста учтен пробег после замены. При определении наработки основных частей ПАЦ в стационарных режимах 1 ч работы соответствует пробегу 50 км [1].

Таблица 1 – Сведения о замене основных частей АЦ-5,0-40 (модель 5309)

Показатель	Основная часть, пробег (тыс. км) и наработка в стационарном режиме (часы) после установки	
	двигатель, 15 тыс. км, 300 ч	задний мост, 25 тыс. км
Пробег после установки, тыс. км	30	25
Срок службы после установки, лет	3	5

Данные по остаточному ресурсу АЦ-5,0-40 (5309) и ее основных частей за 10 лет с несколькими контрольными точками по методике [2] сведены в таблицу 2. Остаточный ресурс определяется как разница между значением ресурса объекта при достижении предельного состояния (далее – ПС) (90 %) и текущим значением расхода ресурса.

Таблица 2 – Определение остаточного ресурса АЦ-5,0-40 (модель 5309)

Основная часть	Срок службы					
	1 год		5 лет		10 лет	
	Расход ресурса K_P , %	Остаточный ресурс K_O , %	Расход ресурса K_P , %	Остаточный ресурс K_O , %	Расход ресурса K_P , %	Остаточный ресурс K_O , %
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Автомобиль	9,9	80,1	36,7	53,3	58,6	31,4
Кабина	14	76	52,7	37,3	77,4	12,6
Кузов	14	76	52,7	37,3	77,4	12,6
Рама	8,7	81,3	37	53	60,9	29,1
Двигатель	9,2	80,8	40	50	31,2	58,8
Коробка передач	5,9	84,1	26,8	63,2	47,2	42,8
Раздаточная коробка	5,9	84,1	26,8	63,2	47,2	42,8

Передний мост	7,3	82,7	32,1	57,9	54,6	35,4
Задний мост	7,3	82,7	0	90	38,5	51,5
Цистерна	14,3	75,7	56,6	33,4	86,1	3,9
Пожарный насос	7,7	82,3	33,7	56,3	56,9	33,1

Остаточный ресурс обычно оценивают в процентном соотношении: 100 % – ресурс нового ПАЦ; 0 % – ресурс ПАЦ, полностью исчерпавшего ресурс использования.

В СТБ 11.13.24-2017 «Система стандартов пожарной безопасности. Автомобили пожарные основные. Общие технические требования. Методы испытаний» и ГОСТ 34350-2017 «Техника пожарная. Основные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытания» определено, что полный средний срок службы до списания для новых ПАЦ установлен не менее 10 лет с момента ввода в эксплуатацию, однако предлагаемый метод позволяет продлить их использование. Связано это с тем, что остаточный ресурс оборудования может иметь не только до истечения расчетного срока службы, но и после него [3]. Это обусловлено действующими нормами и правилами расчета сроков службы оборудования, предусматривающими обеспечение прочности и износостойкости изделий при наиболее неблагоприятных режимах нагружения в заданных условиях эксплуатации, а также при минимальных уровнях механических характеристик конструкционных материалов, обеспечиваемых по государственным стандартам. Фактические режимы нагружения при соблюдении правил эксплуатации оказываются, как правило, менее напряженными, чем расчетные, что снижает интенсивность расходования заложенных запасов (по прочности, износо- и коррозионной стойкости) и обеспечивает резерв по остаточному ресурсу оборудования [3].

Результаты определения расхода ресурса некоторых характерных основных частей (задний мост, коробка передач, цистерна) АЦ-5,0-40 (5309), эксплуатируемой в УПАСЧ УГЗ, проиллюстрированы на рисунке.

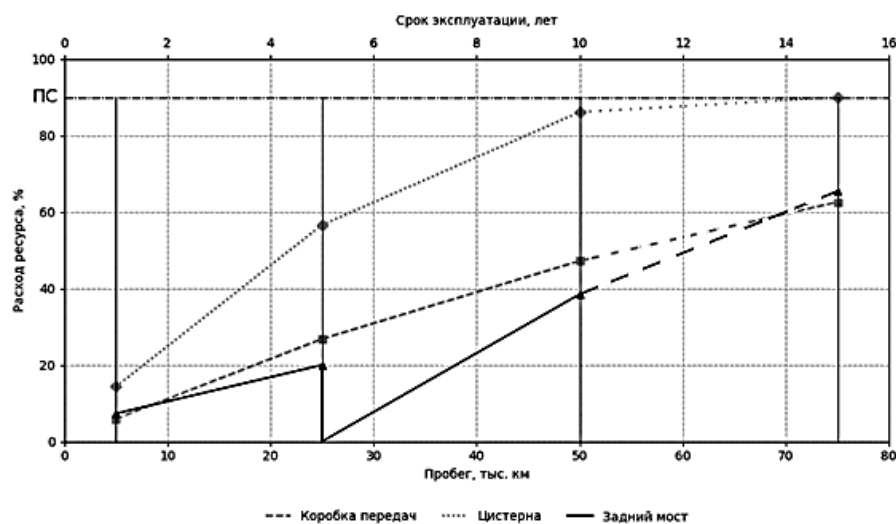


Рисунок 1 – Расход ресурса основных частей АЦ-5,0-40 (модель 5309)

Задний мост и коробка передач имеют расход ресурса менее 50 % и, как показывает прогноз, могут еще длительное время эксплуатироваться. В то же время цистерна после 10 лет использования практически достигла своего ПС и требует проведения ремонта или замены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила организации технической службы в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь: приказ МЧС Республики Беларусь от 15 апр. 2024 г., № 165. – Минск, 2024. – 269 с.

2. Казутин, Е. Г. Методика оценки расхода ресурса пожарных автоцистерн

/ Е. Г. Казутин, А. В. Коваленко, А. М. Гоман, А. С. Скороходов, // Механика машин, механизмов и материалов. – 2024. – № 3 (68). – С. 63–70.

3. Равин, А. А. Инженерные методы прогнозирования остаточного ресурса оборудования / А.А. Равин, О.В. Хруцкий // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2018. – №. 1. – С. 33-47. DOI: <https://doi.org/10.24143/2073-1574-2018-1-33-47>.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВА ПОЖАРОВ С ПРИВЛЕЧЕНИЕМ ПОЖАРНЫХ АВТОЛЕСТНИЦ С ПОМОЩЬЮ ИНДИКАТОРА БОЛЛИНДЖЕРА

Кайбичев И.А.

д. ф.-м. н, доцент

Уральский институт ГПС МЧС России

Актуальна задача прогнозирования количества пожаров, для тушения которых привлекают автолестницы. Попробуем решить эту задачу с помощью известного на фондовом рынке индикатора Боллинджера [1,2], точечную оценку рассчитывают по формуле

$$S_i = \frac{1}{n} * \sum_{j=1}^n X_{i-j} \quad (1)$$

где X_i – количество пожаров, для тушения которых использовали пожарные автолестницы i период. Традиционно $n = 5$.

Индикатор дает также интервальный прогноз в виде верхней U и нижней границы L

$$U_i = S_i + 2 * ST_i, \quad L_i = S_i - 2 * ST_i, \quad ST_i = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (X_{i-j} - S_i)^2} \quad (2)$$

где ST_i - стандартное отклонение, рассчитанное на основе данных предшествующих лет

Расчет выполним в программе Microsoft Excel (Рис. 1).

	A	B	C	D	E	F
1	Год	X	S	ST	L	U
2	2001	13670				
3	2002	13784				
4	2003	14559				
5	2004	14806				
6	2005	14716				
7	2006	15105	14307	481	13344	15270
8	2007	15587	14594	527	13539	15649
9	2008	14727	14955	742	13470	16439
10	2009	12377	14988	757	13474	16503
11	2010	11744	14502	1126	12250	16755
12	2011	10916	13908	1597	10715	17101
13	2012	10267	13070	2173	8724	17416
14	2013	9929	12006	2767	6472	17541
15	2014	9816	11047	3385	4277	17816
16	2015	9826	10534	3840	2855	18214
17	2016	9472	10151	4177	1797	18505
18	2017	9300	9862	4452	957	18767
19	2018	9580	9669	4645	379	18958
20	2019	15884	9599	4713	174	19024
21	2020	16225	10812	4321	2170	19455
22	2021	17306	12092	3923	4246	19939
23	2022	13320	13659	3538	6584	20734
24	2023	11511	14463	2774	8915	20011
25	2024	11964	14849	2189	10472	19227

Рисунок 1 - Расчет значений индикатора Боллинджера

Прогноз выполнен для 2006-2024 годов. В 2009,2010 годах зарегистрированы выходы за пределы прогнозного интервала вниз (Рис. 2). В эти годы реальное количество пожаров, для тушения которых привлекались автолестницы, оказалось ниже нижней прогнозной границы.

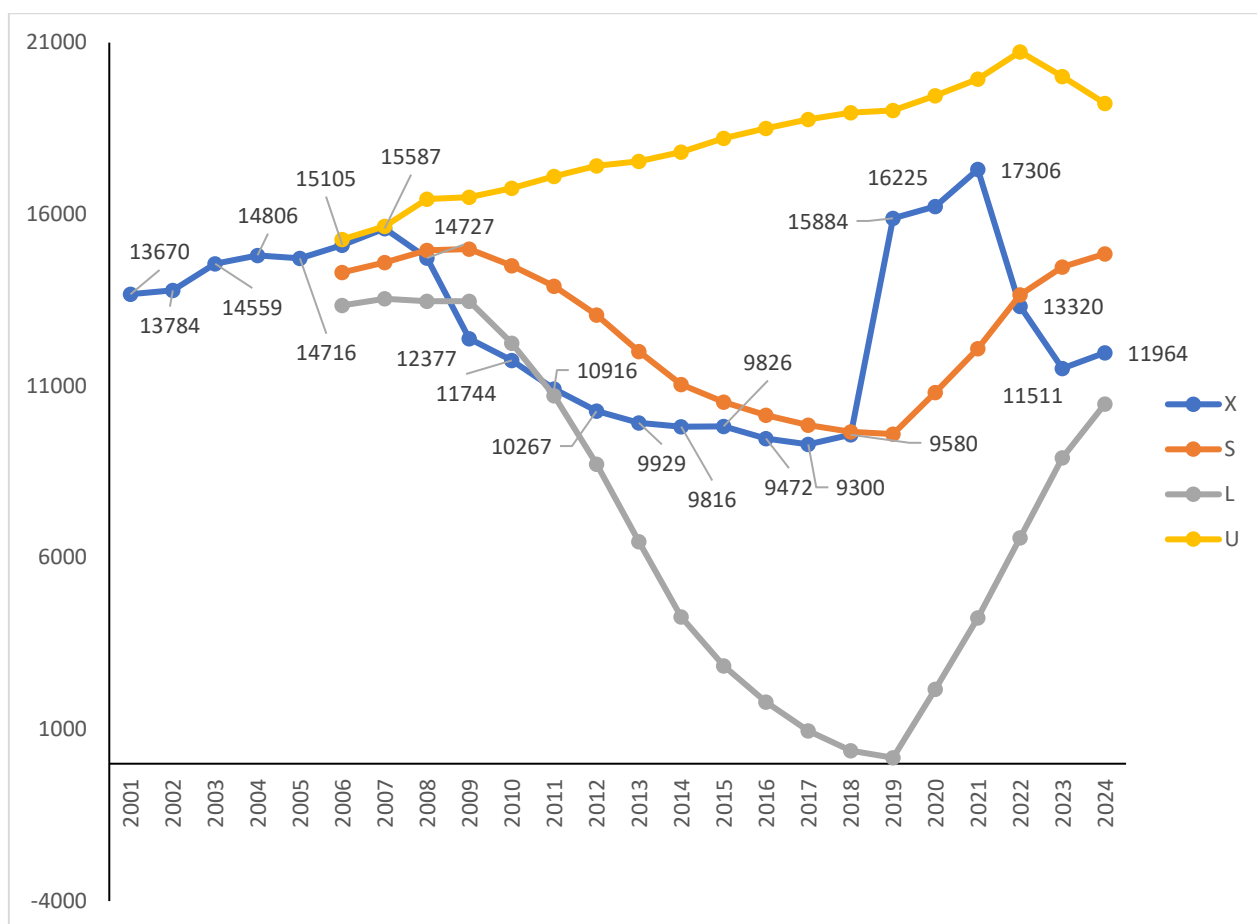


Рисунок 2 - Количество пожаров в России, для тушения которых привлекали пожарные автолестницы, и индикатор Боллинджера

Достоверность интервального прогноза составила 89,47 %.

Среднее значение абсолютной относительной ошибки для точечной оценки за 2006-2024 годы составило 16,98 % (Рис. 3).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Год	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
2	€	5,28%	6,37%	1,55%	21,10%	23,49%	27,41%	27,30%	20,92%	12,54%	7,21%
3	Год	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
4	€	7,17%	6,04%	0,92%	39,57%	33,36%	30,13%	2,55%	25,65%	24,12%	

Рисунок 3 - Абсолютная относительная ошибки точечного прогноза

В результате проведенного исследования показана возможность предсказания в следующем году количества пожаров, для тушения которых будут использованы пожарные автолестницы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Low R.K.Y., Tan E. The role of analyst forecasts in the momentum effect // International Review of Financial Analysis, 2016, p. 1-59. doi:10.1016/j.irfa.2016.09.007

2. ЛеБо Ч., Лукас Д. В. Компьютерный анализ фьючерсных рынков. — М.: Издательский Дом «АЛЬПИНА», 1998. — 304 с.

УДК 614+501+51-7

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВА ПОЖАРОВ С
ПРИВЛИЧЕНИЕМ ПОЖАРНЫХ АВТОНАСОСОВ С ПОМОЩЬЮ
ИНДИКАТОРА PRICE CHANNEL**

Кайбичев И.А.

д. ф.-м. н, доцент

Уральский институт ГПС МЧС России

Актуальна задача прогнозирования количества пожаров, для тушения которых привлекают автонасосы. Попробуем решить эту задачу с помощью известного на фондовом рынке индикатора Price Channel [1,2], верхнюю U и нижнюю L границы прогнозного интервала рассчитывают по формуле

$$U_i = \text{Max}(X_{i-1}, \dots, X_{i-n}), L_i = \text{Min}(X_{i-1}, \dots, X_{i-n})$$

(1)

где X_i — количество пожаров, для тушения которых использовали пожарные автонасосы в i год. Традиционно $n = 5$.

Индикатор дает также точечный прогноз

$$S_i = (U_i + L_i) / 2$$

(2)

Расчет выполним в программе Microsoft Excel (Рис. 1).

	A	B	C	D	E
1	Год	X	S	L	U
2	2001	2866			
3	2002	2143			
4	2003	1878			
5	2004	1662			
6	2005	1491			
7	2006	1586	2179	1491	2866
8	2007	1385	1817	1491	2143
9	2008	1145	1632	1385	1878
10	2009	654	1404	1145	1662
11	2010	388	1120	654	1586
12	2011	338	987	388	1586
13	2012	355	862	338	1385
14	2013	364	742	338	1145
15	2014	445	496	338	654
16	2015	388	392	338	445
17	2016	294	392	338	445
18	2017	219	370	294	445
19	2018	199	332	219	445
20	2019	698	322	199	445
21	2020	689	449	199	698
22	2021	780	449	199	698
23	2022	469	490	199	780
24	2023	775	490	199	780
25	2024	559	625	469	780

Рисунок 1 – Расчет значений индикатора Price Channel

Прогноз выполнен для 2006-2024 годов. В 2007 – 2011, 2016 - 2018 годах зарегистрированы выходы за пределы прогнозного интервала вниз (Рис. 2). В эти годы реальное количество пожаров, для тушения которых привлекались автонасосы, оказалось ниже нижней прогнозной границы.

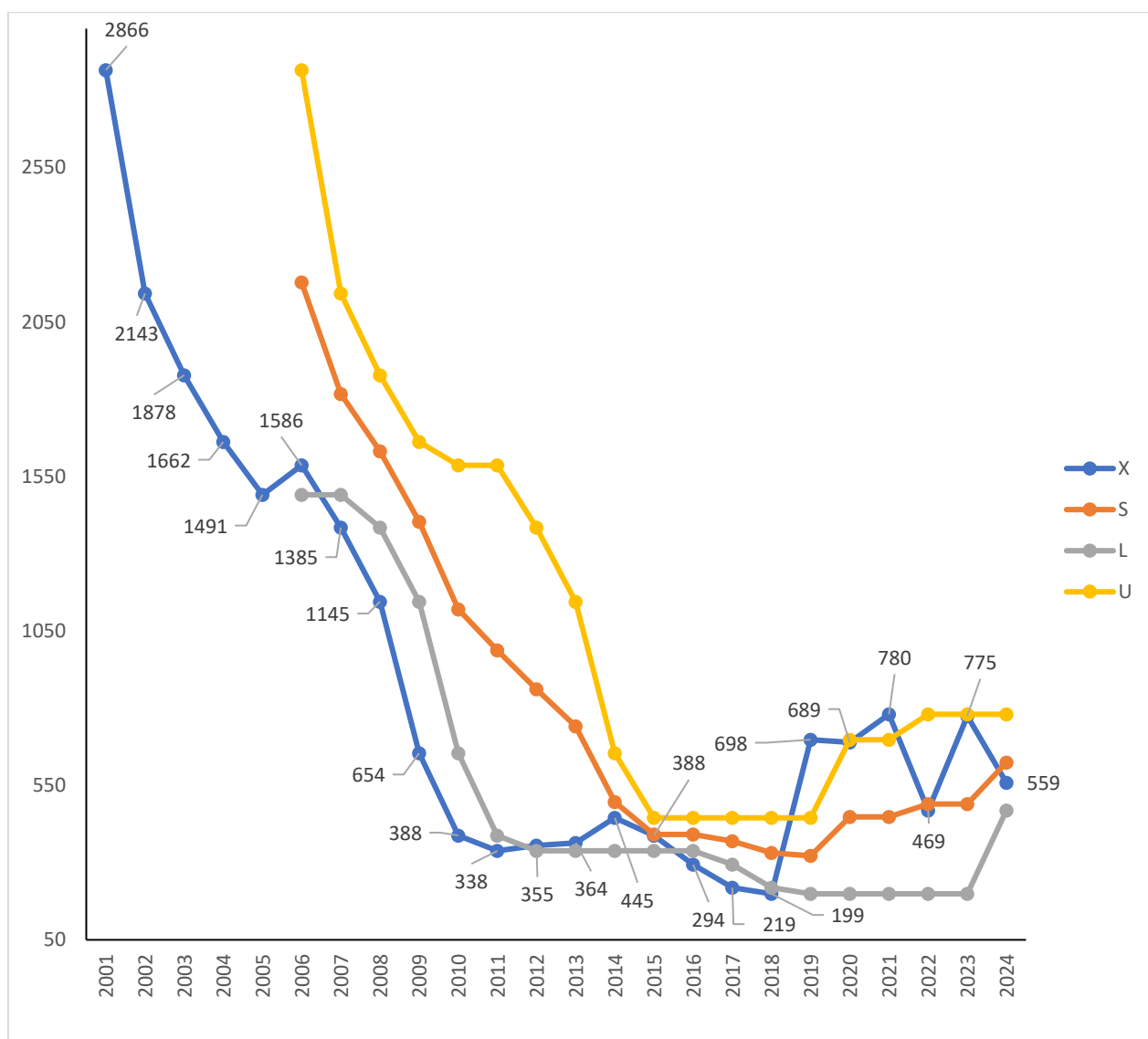


Рисунок 2 - Количество пожаров в России, для тушения которых привлекали пожарные автонасосы, и индикатор Price Channel

В 2019, 2021 годах наблюдали выход за границу прогнозного интервала вверх. В эти годы реальное количество пожаров, для тушения которых привлекались автонасосы, оказалось выше верхней прогнозной границы.

В целом достоверность интервального прогноза составила 52,63 %.

В результате проведенного исследования показана возможность предсказания в следующем году количества пожаров, для тушения которых будут использованы пожарные автонасосы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Low R.K.Y., Tan E. The role of analyst forecasts in the momentum effect // International Review of Financial Analysis, 2016, p. 1-59. doi:10.1016/j.irfa.2016.09.007

2. ЛеБо Ч., Лукас Д. В. Компьютерный анализ фьючерсных рынков. — М.: Издательский Дом «АЛЬПИНА», 1998. — 304 с.

УДК: 614.842.2

ИСТОРИЯ РОДИЛЬНЫХ ДОМОВ В РОССИИ. ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.

Куангалиев А.А., Рудченко Г.И.

Волгоградский государственный технический университет

История родильных домов в России представляет собой сложный многогранный процесс, отражающий не только развитие медицинской науки и практики, но и эволюцию социальных отношений, государственной политики и культурных норм. От повивальных бабок до создания разветвленной сети специализированных медицинских учреждений — этот путь занял несколько столетий.

Актуальность темы обусловлена стратегической задачей государства по снижению материнской и младенческой смертности, недопущение которой в результате пожаров является ее неотъемлемой составляющей. Согласно статистике, только в 2017 году в России пациентами учреждений родовспоможения стали свыше 3,5 млн матерей и новорожденных [1]. Данный контингент является одной из наиболее уязвимых маломобильных групп населения, что подтверждают трагические примеры пожаров в медицинских учреждениях по всему миру.

Зарождение системы организованного родовспоможения в России относится к концу XVIII века. Первый родильный дом в России был открыт в 1771 году как госпиталь для родильниц на 20 мест, построенный в Санкт-Петербурге на Надеждинской улице (современная ул. Маяковского, 5) на пожертвования купца П.А. Демидова. Уже с 1774 года здесь начал работать основоположник акушерства в России Н.М. Амбодик-Максимович, чей труд «Искусство повивания, или наука о бабичем деле» (1784-1786) стал фундаментом для развития отечественного акушерства. В 1864 году на этом же месте было построено новое здание родильного дома — крупнейшее в России многопрофильное родовспомогательное учреждение, получившее название Надеждинский роддом [2,3]. В 1919 году родильному дому было присвоено имя выдающегося русского гинеколога — профессора В.Ф. Снегирева, одного из основоположников гинекологии в России.

Советская власть, провозгласив заботу о материнстве государственным приоритетом, инициировала масштабную реорганизацию всей системы акушерской помощи. В 1920 году было принято Постановление народного комиссариата здравоохранения РСФСР «О мерах охраны труда и здоровья

матерей, кормящих грудью», которое заложило правовые основы системы охраны материнства и детства [4]. В 1924 году при родильном доме №6 им. профессора В.Ф. Снегирева открылась первая в Советской России женская консультация, что ознаменовало начало создания комплексной системы оказания медицинской помощи женщинам. Это способствовало тому, что институциональные роды стали нормой, что в долгосрочной перспективе способствовало снижению материнской и младенческой смертности.

В последние десятилетия в России наблюдается трансформация системы родовспоможения, выражающаяся в создании современных перинатальных центров. Примером может служить история областного клинического перинатального центра в Волгоградской области, который был создан в 1983 году как областной родильный дом в связи с высокими показателями перинатальной и материнской смертности в регионе [5].

Обеспечение пожарной безопасности в учреждениях родовспоможения относится к категории задач повышенной сложности. Это обусловлено особенностями контингента, который включает беременных женщин, рожениц и новорожденных, представляющих собой маломобильные группы населения. Пространственно-планировочные решения акушерских отделений родильного дома повторяют решения палатных отделений больниц общего профиля, в которых сосредоточены различные по санитарно-гигиеническому режиму группы помещений, связанных между собой системой коридоров. Кроме того, современные требования к комфортности пребывания в родильных домах включают организацию палат для совместного пребывания матери и новорожденного. Такие решения повышают уровень комфорта и способствуют профилактике внутрибольничной инфекции, однако увеличение протяженности путей эвакуации и сложная планировка усложняют проведение эвакуации.

Долгое время нормирование размеров эвакуационных путей и выходов в зданиях учреждений родовспоможения не имело полноценной научной основы из-за отсутствия данных, характеризующих процесс эвакуации именно беременных пациенток. Только в 2016 году благодаря работам российских ученых были впервые получены объективные данные о параметрах их движения и поведения, что позволило перейти к научно обоснованному нормированию требований пожарной безопасности [6].

Однако проектирование и строительство подавляющего большинства учреждений родовспоможения проводились без учета этих особенностей. Дополнительные сложности создают установка современного энергоёмкого оборудования и изменение объёмно-планировочных решений, постоянно меняющийся контингент пациенток различного возраста, состояния здоровья и уровня мобильности, нахождение части из них под воздействием медицинских препаратов, необходимость спасения большого количества новорождённых, требующая привлечения персонала, а также сокращение численности обслуживающего персонала в рамках оптимизации медицинской отрасли.

Современные вызовы в области пожарной безопасности учреждений родовспоможения требуют комплексного подхода, учитывающего как исторически сложившуюся инфраструктуру, так и специфику контингента этих учреждений. Для проверки гипотезы о наличии проблем с проведением своевременной и безопасной эвакуации в учреждениях родовспоможения необходимо провести углубленное исследование состояния пожарной безопасности одного из таких учреждений с проведением компьютерного моделирования процессов возникновения и развития пожара, эвакуации и спасения пациенток и новорожденных. Методология такого исследования должна включать:

- Создание точной компьютерной модели здания родильного дома с учетом его планировочных особенностей;
- Моделирование процессов эвакуации с учетом реальных характеристик мобильности различных категорий пациентов;
- Анализ временных параметров эвакуации и выявление «узких мест»;
- Разработку оптимизированных планов эвакуации с учетом специфики контингента.

Это позволит разработать эффективные меры по обеспечению безопасности одной из наиболее уязвимых категорий пациентов, что соответствует стратегическим задачам государства по снижению материнской и младенческой смертности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.gks.ru/>.
2. Конюс Э. М. Истоки русской педиатрии. — М.: Медгиз, 1946. — 415 с.
3. Максимович-Амбодик Н. М. Искусство повивания, или наука о бабичем деле. — СПб., 1784–1786.
4. Постановление народного комиссариата здравоохранения РСФСР от 11 ноября 1920 г. О мерах охраны труда и здоровья матерей, кормящих грудью [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://libruks.wordpress.com/librusec/>.
5. Хасуева З.С., Самошин Д.А., Фан А. Влияние эмоционального состояния беременных женщин на скорость их движения при эвакуации в случае пожара // Технологии техносферной безопасности. 2016. № 4. С. 104–113.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Лебедев М.Н.

Василевич Д.В.

Университет гражданской защиты

Пожарные автомобили играют ключевую роль в обеспечении безопасности населения и защиты имущества от огня и других чрезвычайных ситуаций. Они представляют собой сложные технические устройства, которые должны быть всегда готовы к выполнению своих функций. Эффективность ликвидации чрезвычайных ситуаций с помощью пожарных автомобилей в значительной степени зависит от состояния пожарных автомобилей, их надежности и готовности к оперативному реагированию.

Режимы эксплуатации пожарных автомобилей включают два основных состояния: ожидание (на дежурстве) и использование по назначению (выезд на пожар или учение). Обычные автомобили эксплуатируются по принципу «использование по назначению» в зависимости от потребностей. В свою очередь пожарные автомобили эксплуатируются в экстремальных условиях, часто на высоких скоростях с экстренными торможениями, резкими ускорениями и на неровных поверхностях, что приводит к повышенному износу. В связи с этим пожарные автомобили требуют особого, более частого и ответственного выполнения технического обслуживания, которое должно проводиться строго в соответствии с установленными нормами и регламентами. Это одна из важнейших задач, стоящая перед пожарными службами и организациями, занимающимися эксплуатацией пожарных автомобилей.

Техническое обслуживание пожарных автомобилей включает в себя комплекс мероприятий, направленных на поддержание их работоспособности и обеспечение безопасной эксплуатации. Это не только регулярные проверки и замены расходных материалов, но и более глубокая диагностика и ремонт, при необходимости. Поэтому техническое обслуживание

Важность технического обслуживания пожарных автомобилей нельзя переоценить. Оно не только обеспечивает работоспособность всех систем, но и способствует повышению общей безопасности при выполнении задач по тушению пожаров. Систематическое и качественное обслуживание позволяет избежать неожиданных поломок и гарантирует, что автомобиль всегда будет готов к выезду. Это особенно актуально в условиях, когда каждая минута может иметь решающее значение для спасения жизней и имущества.

Однако, при проведении анализа выхода из строя пожарных автомобилей в Республике Беларусь было установлено, что в 2024 году

только в пути следования к месту чрезвычайной ситуации зафиксировано 26 таких случаев. Основные причины заключались в неисправности системы питания двигателя, тормозной системы и электрооборудования. Это говорит о возможном некачественном проведении технического обслуживания.

Техническое обслуживание могут проводить некачественно, как правило, из-за некомпетентности персонала, экономии на расходных материалах и времени. Однако еще одна возможная причина может заключаться в неэффективности самой системы обслуживания. Парк пожарных автомобилей постоянно обновляется, новые автомобили становятся более технологичными. А для проведения технического обслуживания новых автомобилей могут использоваться устаревшие методы вместо современных и более точных.

Разработка методических рекомендаций по проведению технического обслуживания и их обновление при необходимости, имеет высокую актуальность в современных условиях, поскольку надежность и эффективность работы пожарной техники напрямую влияют на безопасность населения и успешность ликвидации чрезвычайных ситуаций. В условиях увеличения числа пожаров и других аварийных ситуаций, требующих оперативного реагирования, особое внимание необходимо уделять техническому состоянию пожарных автомобилей. Каждая из рассматриваемых в работе систем (двигатель, тормозная система, электрическая система, шасси и кузов) играет ключевую роль в обеспечении функциональности и безопасности техники. Качественное техническое обслуживание всех компонентов не только продлевает срок службы автомобилей, но и способствует быстрому и безопасному выполнению задач по тушению пожаров и спасению людей.

УДК 656:614.842.83

ПРАКТИЧЕСКИЕ НАВЫКИ ПОДГОТОВКИ ВОДИТЕЛЬСКОГО СОСТАВА В ОРГАНАХ И ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ

Маковский М.Л.

Казутин Е.Г., кандидат технических наук

Университет гражданской защиты

Работник ОПЧС, управляющий служебным автомобилем должен обладать набором узконаправленных профессиональных компетенций. Это в первую очередь связано с тем, что он является не только водителем транспортного средства, который обязан выполнять все требования

безопасного управления, но и выполнять задачи общественного порядка и безопасности при выполнении боевых задач. Выполнение стоящих перед водительским составом Министерства по чрезвычайным ситуациям задач, зачастую требуют отхода от общепринятых приемов и навыков безопасного управления автомобилем и использования приемов контраварийной подготовки водителей.

Водители, которые впервые сели за руль автоцистерны, сталкиваются с самыми неожиданными явлениями: увеличение тормозного пути, неравномерный поворот, раскачивание на поворотах из-за смещения центра тяжести автомобиля.

От профессионализма водителя, оперативности его действий зависит как безопасность дорожного движения, так и эффективное использование имеющихся на автомобиле спецагрегатов. Сложные дорожно-транспортные условия вместе с градостроительной планировкой предъявляют высокие требования к подготовке водителя.

Одним из способов улучшения подготовки водительского состава является внедрение в процесс обучения в системе боевой подготовки элементов по контраварийному вождению.

При выполнении упражнения «Смещенная змейка» (рисунок 1) обучающийся осуществляет движение по заданной траектории, оставляя первый разметочный конус (стойку) с левой стороны от транспортного средства, последовательно обходя разметочные конуса (стойки) с левой и правой сторон.

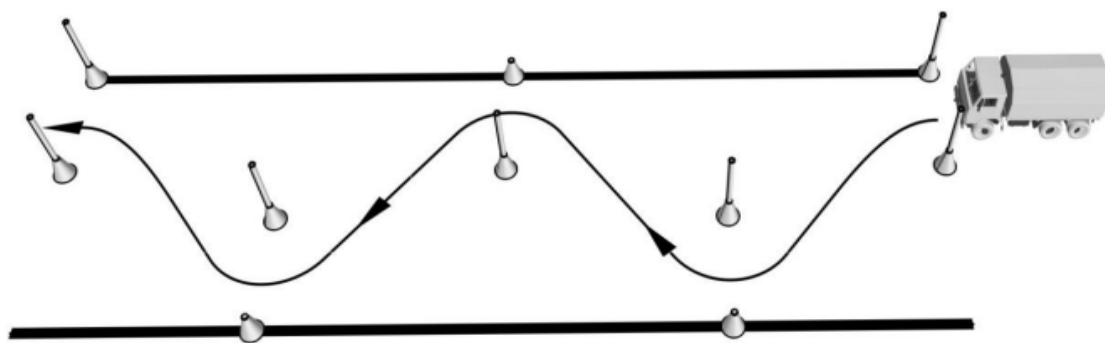


Рисунок 1 – Смещенная змейка

Упражнение «Объезд препятствия» (рисунок 2) учит адаптироваться к разным условиям и быстро перестраивать тактику вождения. Упражнение имитирует реальные дорожные ситуации, когда необходимо маневрировать в узких местах.

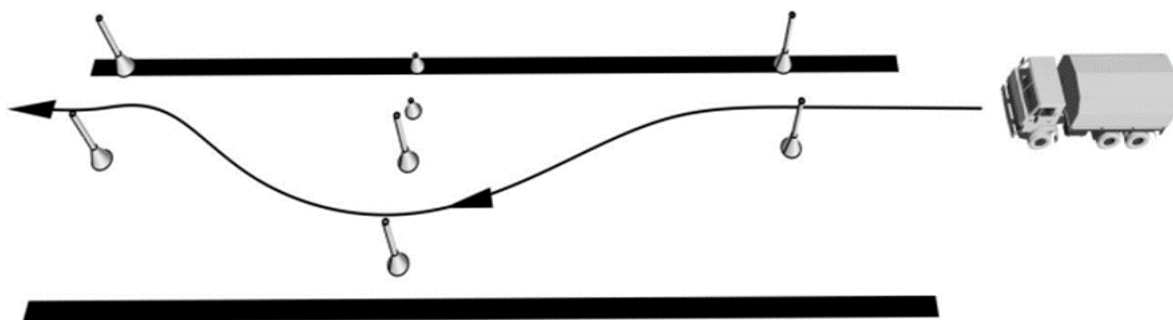


Рисунок 2 – Объезд препятствия

Упражнение «Габаритные ворота» (рисунок 3) предназначено для обучения и оценки чувства габаритов автомобиля, умения маневрировать в ограниченном пространстве. Этот элемент помогает водителю освоить навыки маневрирования в тесных условиях, что полезно при проезде дворовых территорий и в других стесненных условиях.

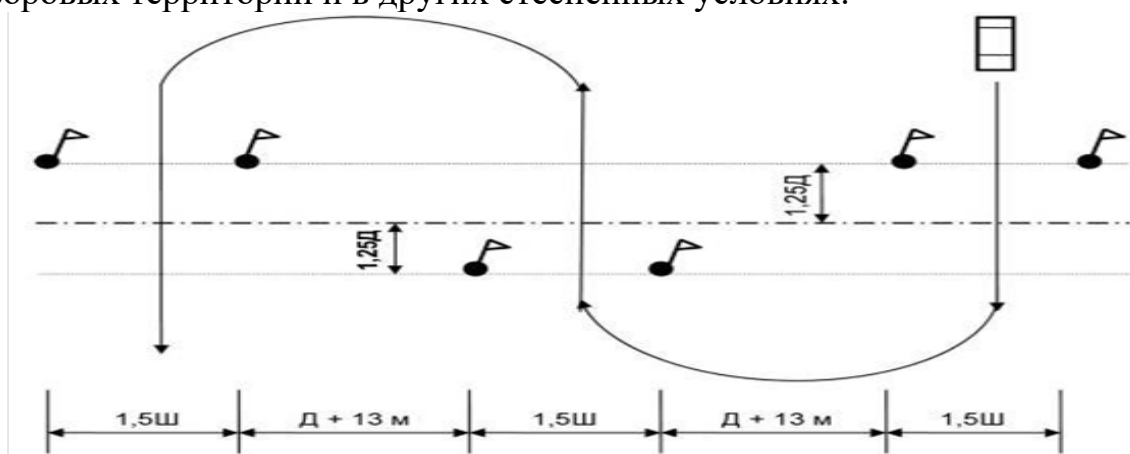


Рисунок 3 – Габаритные ворота

Ошибки, за которые снижается оценка при выполнении заданий: задевание (наезд, сбивание) ограничителей, разметочных конусов (стоек).

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев, В.А. Контраварийное вождение: учебное пособие для водителей транспортных средств. – М.: Издательство «Транспорт», 2018. – 256 с.
2. Белов, С.И., Куликов В.В. Безопасность дорожного движения в экстремальных условиях: учебник для вузов. – СПб.: Издательство СПбГУ, 2020. – 312 с.
3. Кузнецов, А.В. Экстремальное вождение: теория и практика : учебное пособие / А.В. Кузнецов. – Москва : ИД «Русская панорама», 2009. – 336 с.

АНАЛИЗ СТАРЕНИЯ ПОЖАРНЫХ АВТОЦИСТЕРН И МЕРЫ ИХ РАБОТОСПОСОБНОСТИ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНЫХ СРОКОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Марьянский А.В.

Маханько В.И.

Университет гражданской защиты

В процессе длительной эксплуатации техническое состояние пожарных автоцистерн (далее–АЦ) меняется с неуклонным снижением надежности. Динамика снижения их надежности зависит как от условия эксплуатации, качества технического обслуживания и ремонта, так и от их сроков службы.

В настоящее время пожарные АЦ имеют продолжительные сроки эксплуатации, обновление проходит недостаточными темпами. В связи с этим исследование этой проблемы является весьма актуальным.

Так как, действующими в МЧС документами [6] срок службы цистерн пожарных автомобилей не определен, можно полагать, что он должен быть не меньше установленного для самой пожарной автоцистерны, т.е. 10 лет [2-4]. В соответствии с этим, до 10 лет эксплуатации, восстановление цистерны должно проводиться с помощью ремонтов и позволять сохранять ее работоспособное состояние, иначе необходимо вносить изменения в конструкцию и производство цистерн. После 10 лет эксплуатации потребитель принимает решение продолжить эксплуатацию цистерны или прекратить в любой момент в связи с наступлением ее предельного состояния. Наступившее предельное состояние цистерны не означает наступление предельного состояния всего пожарного автомобиля, после ремонта (замены) цистерны его эксплуатация может быть продолжена (Рисунок 1).

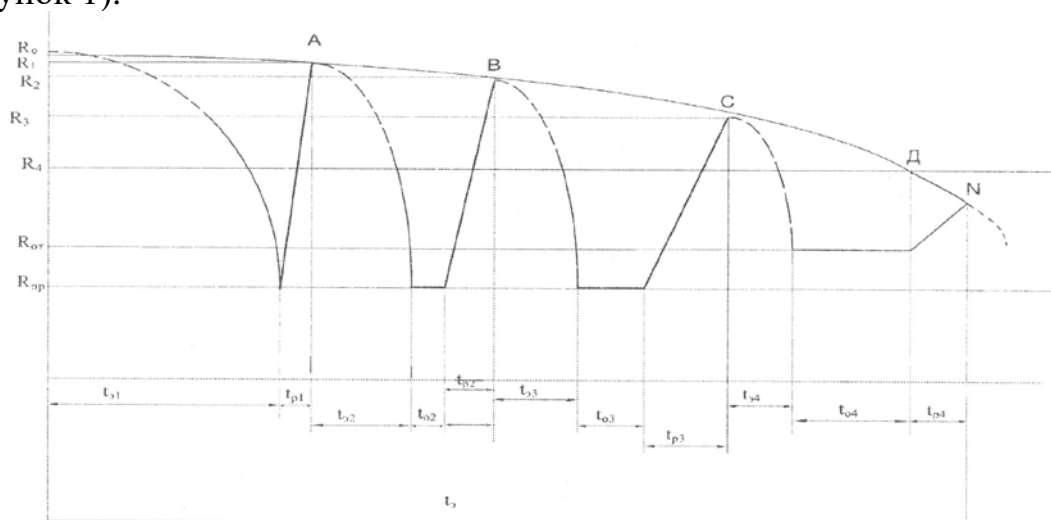


Рисунок 1 – Модель изменения ресурса работоспособности АЦ
в процессе длительных сроков службы

R_0, R_1, R_2, R_3, R_4 — уровень работоспособности АЦ соответственно новой АЦ после первого, второго, третьего и четвертого ремонта;

$R_{пр}$ — предельный уровень работоспособности;

$R_{от}$ — работоспособность в момент отказа;

$t_э$ — общее время эксплуатации;

$t_{э1}, t_{э2}, t_{э3}, t_{э4}$ — время эксплуатации АЦ соответственно до 1—4 ремонта;

$t_{р1}, t_{р2}, t_{р3}, t_{р4}$ — время соответственно 1—4 ремонта;

$t_{о2}, t_{о3}, t_{о4}$ — время ожидания соответственно 2—4 ремонта.

Как мы можем наблюдать, выполнение большого количества всех видов технического обслуживания и ремонта с периодом времени. ресурс работоспособности АЦ повышается, но с неуклонным снижением его общего уровня по сравнению с новой АЦ: $R_0 > R_1 > R_2 > R_3 > R_4$ интенсивность этого снижения возрастает. А время эксплуатации после каждого ремонта соответственно снижается: $t_{э1} > t_{э2} > t_{э3} > t_{э4}$. В связи с увеличением объема работ, выполняемых с каждым последующим ремонтом, время простоя АЦ неуклонно возрастает.

Таким образом, дальнейшая эксплуатация АЦ в условиях длительных сроков службы приводит, с одной стороны, к сокращению времени эксплуатации до следующего ремонта, а с другой — к неуклонному снижению ресурса работоспособности R и увеличению расходов на каждый следующий ремонт. Наступает момент времени, когда дальнейшая эксплуатация становится экономически нецелесообразной и приводит к появлению большого количества отказов в работе АЦ. Это, в свою очередь, может привести к приближению ресурса работоспособности к предельному $R_{от}$, то есть делает дальнейшую эксплуатацию АЦ невозможной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулаковский Б.Л., Маханько В.И., Шмулевцов И.А. "Вариантный анализ старения пожарных автоцистерн и меры обеспечения их работоспособности в условиях длительных сроков эксплуатации" // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. 2007. №1 (5).
2. Об установлении нормативных сроков службы основных средств: постановление Министерства экономики Республики Беларусь, 30 сент. 2011 г., № 161 // Нац. Реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2011. – 8/24359.
3. Система стандартов пожарной безопасности. Автомобили пожарные основные. Общие технические требования. Методы испытаний: СТБ

11.13.24-2017. – Введ. 01.03.18. – Минск: Учреждение «НИИ ПБ и ПЧС» МЧС Республики Беларусь, 2018. – 52 с.

4. Техника пожарная. Основные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытания: ГОСТ 34350-2017. – Введ. 01.12.2019. – М.: Стандартиформ, 2018. – 68 с.

5. Надежность в технике. Термины и определения: ГОСТ 27.002-89. – Введ. 01.07.1990. – М.: Госуд. комитет СССР по стандартам, 1989. – 36 с.

6. Правила организации технической службы в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь : приказ МЧС Республики Беларусь, 15 апреля. 2024 г., № 329. – Минск, 2024. – 269 с.

УДК 614.818

АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СПАСЕНИЯ ПОСТРАДВШИХ НА ВОДЕ

Молчанов Е. Н.

Гусев А.С.

Университет гражданской защиты

Ежегодно на водных объектах Республики Беларусь регистрируются происшествия, связанные с гибелью и травмированием людей. Своевременное и эффективное оказание помощи пострадавшим на водах является одной из приоритетных задач аварийно-спасательных служб. Успех проведения спасательных операций в значительной степени зависит от оснащенности подразделений современным, специализированным оборудованием и оперативности его применения. В условиях, когда каждая минута на счету, использование современных технических средств позволяет не только повысить эффективность работы спасателей, но и минимизировать риски для их жизни и здоровья.

Современное аварийно-спасательное оборудование для работ на акватории характеризуется рядом ключевых преимуществ:

1. Оперативность применения: современные средства спасения (такие как спасательные дроны, метательные устройства) позволяют доставить средство спасения (спасательный круг, лить, спасательный жилет) тонущему человеку в первые секунды после его обнаружения, что критически важно для выживания, особенно в холодной воде.

2. Безопасность спасателей: использование дистанционных средств спасения и роботизированных плавсредств позволяет оказать помощь

пострадавшему, не подвергая спасателя непосредственной опасности выхода на неустойчивую ледовую поверхность или в бурный поток.

3. Высокая эффективность в сложных условиях: специализированное оборудование, включая тепловизионные камеры для поиска в темное время суток и при плохой видимости, а также гидроакустические системы (сонары) для подводного поиска, обеспечивает возможность проведения работ в любое время суток и при различных погодных условиях.

4. Универсальность и надежность: современные образцы оборудования рассчитаны на многократное применение в экстремальных условиях, обладают плавучестью, стойкостью к низким температурам и коррозии.

Применение аварийно-спасательного оборудования осуществляется на различных этапах проведения работ на водах:

1. Этап поиска: на данном этапе используется оборудование для обнаружения пострадавших:

- Береговые и воздушные тепловизионные системы и БПЛА для обследования акватории.
- Гидролокаторы бокового обзора для сканирования дна и поиска затонувших объектов и тел.
- Приборы спутниковой навигации и связи для координации действий поисковых групп.

2. Этап спасения (доставка средств спасения): для непосредственного спасения тонущего человека применяется:

- Телескопические спасательные шесты и спасательные конца Александра.
- Метательные устройства спасательные (МУС), доставляющие лить с помощью выстрела сжатым воздухом.
- Беспилотные летательные аппараты, способные сбросить спасательный круг или самонадувающийся спасательный жилет.
- Быстроходные надувные лодки и гидроциклы для непосредственного подхода к пострадавшему.
- Роботизированные спасательные катера, управляемые дистанционно.

3. Этап оказания первой помощи и эвакуации: после извлечения пострадавшего из воды используется:

- Спасательные одеяла и термоодеяла для предотвращения переохлаждения.
- Оборудование для сердечно-легочной реанимации (portable AED — автоматические наружные дефибрилляторы).
- Транспортные шины и носилки для эвакуации травмированных.

Для повышения эффективности спасательных операций на водах необходимы:

- Оснащение аварийно-спасательных подразделений современным многофункциональным оборудованием, включая роботизированные комплексы и БЛА.
- Внедрение единых стандартов и регламентов применения спасательного оборудования.
- Регулярное проведение комплексных учений с применением всего парка технических средств для отработки слаженных действий спасателей.
- Разработка и внедрение автоматизированных систем управления силами и средствами при проведении поисково-спасательных работ на акваториях.

Таким образом, оснащение аварийно-спасательных служб современным оборудованием для работ на водах является ключевым фактором, позволяющим существенно сократить время оказания помощи, расширить оперативные возможности спасателей и, в конечном счете, сохранить человеческие жизни. Дальнейшее развитие и внедрение передовых технических средств — неотъемлемый элемент повышения уровня безопасности на водных объектах Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 18 августа 2023г. №543 «Об охране жизни людей на воде».
2. Закон Республики Беларусь от 16 июня 2014 г. № 141-З «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
3. Воздушный кодекс Республики Беларусь – Кодекс Республики Беларусь от 16 мая 2006 года № 117-З.

УДК 614.841

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ТОРФЯНЫХ ПОЖАРОВ ПРИ НАРАЩИВАНИИ СИЛ И СРЕДСТВ НА ПРИМЕРЕ ПОЖАРОВ В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ В ОКТЯБРЕ 2021 г.

Москвилин Е.А., Власов К.С.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

Загорания торфа на полях добычи и в местах хранения происходят в течение всего года. Наибольшее число загораний приходится, как правило, на вторую половину второго квартала и первую половину третьего. При этом торфяники могут гореть и в зимнее время года.

В целом по Свердловской области до 2019 года складывалась тенденция к снижению количества природных пожаров. В 2019 году был достигнут минимум в 236 пожаров. Однако начиная с 2020 регистрируется рост показателя. Количество пожаров за первое полугодие практически в два раза превышает общее значение показателя за 2020 год.

Два пожара (условно пожар №21 и №106) начались в местах, которые несколько лет назад осушили для производственных нужд: была прокопана магистраль через все болото и к ней примыкали осушительные каналы. Летом и осенью 2021 года в Свердловской области практически не было дождей, и поэтому произошло значительное понижение уровня естественной влажности торфа. С 15 октября пожары площадью до 5 га каждый перешли в открытую фазу. В результате пожара практически всю территорию Екатеринбурга затянуло смогом. Регулярно фиксировалось превышение допустимой концентрации вредных веществ в воздухе. ГИБДД периодически перекрывались два участка федеральной трассы.

Главное управление МЧС России по Свердловской области планомерно проводило наращивание группировки сил, задействованных в ликвидации торфяных пожаров в Солнечном микрорайоне уральской столицы. Выработанные практикой приёмы и способы тушения торфяных пожаров в виде самостоятельных разделов вошли в целый ряд методических документов, выпущенных в последнее время [1-5].

В ночь на 15 октября, для пролива тлеющих очагов было задействовано 130 пожарных и 33 единицы спецтехники. Дополнительно привлечены специалисты Ногинского спасательного центра с насосно-рукавным комплексом «Шквал».

Примером эффективной работы при тушении торфа является насосно-рукавный комплекс модульный «Шквал» (рис.1), обеспечивший бесперебойную работу на расстоянии 3,0 км четырех магистральных линий диаметром 150 мм. Всего протяженность рукавных линий составляла 4,5 км, из которых 1,5 км это рукава диаметром 300 мм. Применение установки «Шквал» позволило перебросить на другие проблемные участки четыре пожарно-насосные станции.



Рисунок 1 - Насосно-рукавный комплекс «Шквал»

Для тушения пожара № 106 была привлечена группировка сил и средств от РСЧС в количестве 276 человек, 108 единиц техники:

- от МЧС России: 220 чел., 80 ед. техники (АЦ – 7 ед., ПНС – 5 ед., ед., ПАНРК – 1 ед., квадроцикл – 2 ед., Камаз – 3 ед., служебный автотранспорт – 3 ед., автобус – 3 ед., «Шквал» – 3 ед., 37 ед. мотопомп МП-800).
- от Администрации района и собственника: 24 чел., 12 ед. техники;
- от Уральской базы авиационной охраны лесов: 10 чел., 8 ед. техники;
- от Центроспас Урал: 12 чел., 4 ед. техники;
- от Роспотребнадзора: 6 чел., 2 ед. техники;
- от МВД России: 4 чел., 2 ед. техники.

Для тушения пожара № 21 была задействована группировка сил и средств от РСЧС в количестве 139 человек, 22 единицы техники:

- от МО РФ: 135 чел., 18 ед. техники (тяжелая техника «БАТ-2» – 1 ед., «АРС» – 11 ед., трактор «МТЗ» – 1 ед., тягач – 1 ед., бульдозер – 1 ед., АЦ – 3 ед., 32 ранцевых огнетушителя);
- от Администрации города: 4 чел., 4 ед. техники.

Всего для тушения природных пожаров была задействована группировка сил и средств от РСЧС в количестве 415 человек, 130 единиц техники.

Два графика на рис 1 наглядно показывают насколько важно оперативно реагировать на обстановку на пожаре. В связи с этим ликвидация пожара №21 заняла на неделю больше времени. Наиболее продолжительный интервал времени на проведение работ по ликвидации горения торфа с начала активной фазы был на пожаре № 21 на территории принадлежащей МО РФ.

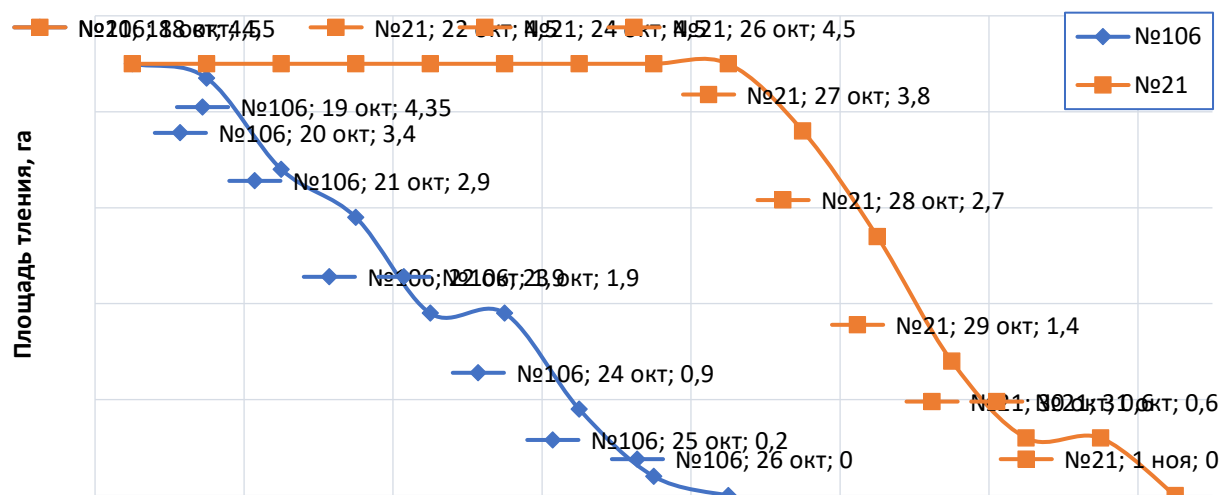


Рисунок 2 – Динамика показателя площади тления торфяника

На пожаре №106 период активных действий продолжался с 14 по 30 октября 2021 года, после к этому времени на пожаре №21 появилась возможность начать снижение площади пожара.

Режим ЧС на территории г. Екатеринбурга действовал с 15 по 31 октября 2021 года, включительно.

В общей сложности для тушения природных пожаров была задействована группировка РСЧС в количестве 415 человек, 130 единиц техники.

Заключение

Основными факторами, повлиявшими на возникновение и развитие торфяных и природных пожаров в Чкаловском районе г. Екатеринбурга, являются продолжительная засушливая погода, установившаяся на территории Свердловской области и недостаточный контроль состояния территории торфяника, что привело к снижению естественного уровня влажности торфяных отложений. Активная фаза горения торфяника началась с 10 октября и продолжалась до 30 октября 2021. Максимальная площадь активного тления торфяных отложений каждого пожара доходила до 4,5 га.

Пожар участка № 106 потушен с момента макс наращивания сил и средств за 8 дней (всего пожар длился 14 дней), пожар № 21- за 7 дней (всего 21 день). Результаты анализа могут явиться основой для оценки эффективности принимаемых решений по ликвидации торфяных пожаров.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Рекомендации по обнаружению и тушению лесных пожаров» (утверждены Рослесхозом 17 декабря 1997 г.).

2. «Методические рекомендации по организации работы органов управления РСЧС в пожароопасный период» (утверждены заместителем министра МЧС России В.В. Степановым, 26.05.2014 г.).

3. «Методические рекомендации по применению сил и средств для тушения лесных пожаров» (утверждены МЧС России Э.И. Чижиковым 16.07.2014 г. №2-4-87-9-18).

4. «Правила тушения лесных пожаров» (утверждены приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 08.07.2014 г. №313).

5. «Методика тушения ландшафтных пожаров» (утверждена заместителем министра МЧС России Л.А. Беляевым, № 2-4-87-32-ЛБ от 14.09.2015 г.).

УДК 614.842.83.364

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКИПИРОВКИ РАБОТНИКОВ ОПЧС КАК ЧАСТЬ КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИХ ЗАЩИТЕ В ПЕРИОД ВОЕННОГО ВРЕМЕНИ

Нечаев В.В.¹, Кашанкова В.В.²

¹Университет гражданской защиты

²Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

Проведенный ранее анализ условий и факторов военного времени, влияющих на выполнение задач пожарной аварийно-спасательной службой гражданской обороны (далее – ПАСС ГО) [1] позволил выявить существенное влияние условий военного времени на эффективность выполнения аварийно-спасательных и других неотложных работ (далее – АСДНР), а также жизнеспособность подразделений. Не вызывает сомнений тот факт, что для спасения пострадавшего населения и минимизации воздействия на него опасных факторов, возникающих в результате ведения боевых действий или вследствие их, потребует проведение АСДНР в очагах поражения в гораздо больших объемах, чем в мирное время, и с применением соответствующих мер защиты ПАСС, осуществляющих эти работы. Реализация предложенных мероприятий по совершенствованию мер защиты подразделений при АСДНР и в пунктах их постоянной дислокации [1] позволит заранее спланировать, скорректировать и дополнить подготовку организационных, технических, финансовых и других процедур по переводу ПАСС в требуемое состояние боевой готовности, а также к выполнению возложенных задач [2-4].

Наряду с предложениями по адаптации нормативно-правовых актов, обеспечению защиты в местах дислокации и на пути следования вынесены рекомендации по совершенствованию экипировки работников ПАСС.

Разработка экипировки и средств защиты пожарных на период военного времени представляет собой стратегически важное направление развития, обеспечивающее устойчивость и безопасность аварийно-спасательных подразделений в условиях повышенного риска. Современные средства защиты, адаптированные к таким условиям, позволяют значительно снизить вероятность травм, поражений и потерь среди личного состава. Интеграция интеллектуальных материалов, биометрических сенсоров, модульных систем и бронезащиты в экипировку пожарных, внедрение современных систем защиты от беспилотных летательных аппаратов (далее – БЛА) не только повышает их безопасность, но и расширяет функциональные возможности при выполнении задач в экстремальной среде.

В отношении обеспечения персональной безопасности каждого работника во время проведения АСДНР в условиях военного времени следует отметить возможность применения разработок и результатов исследований, ранее проведенных Учреждением «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (далее – НИИ ПБиЧС). С 2023 г. ведутся работы по разработке экипировки для спасателей-пожарных, обеспечивающей в том числе противопульную и противоосколочную стойкость и предусмотренной для защиты в условиях ликвидации ЧС на предприятиях по производству и хранению взрывоопасных веществ и изделий их содержащих. В рамках реализации п. 9 плана НИОКР НИИ ПБиЧС «Исследовать целесообразность разработки и постановки на производство шлема пожарного с показателями стойкости к воздействию регламентированных средств поражения» [5] разработан опытный образец каски, обеспечивающий защиту от регламентированных средств поражения по классу Бр 1. В настоящий момент в рамках задания 13 «Разработать и освоить в производстве модель каски пожарной для проведения аварийно-спасательных и иных работ, не связанных с тушением пожаров, с показателями стойкости к воздействию регламентированных средств поражения» государственной научно-технической программы «Современные технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» 2021–2025 годы в том числе разрабатывается бронезащитная съемная накладка для каски пожарной [6].

Проводимые работы – шаг к формированию устойчивой системы защиты спасателей в различных условиях. Адаптация НПА, разработка мероприятий по защите личного состава ОПЧС наряду с имеющимся опытом по изучению проблем обеспечения коллективной и индивидуальной безопасности в условиях военного времени и разработке соответствующих специализированных средств защиты являются важным комплексом по обеспечению функционирования и развитию профессиональной автономии подразделений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нечаев, В. В. Разработка перечня мероприятий (на военное время) по защите ОПЧС как при ликвидации чрезвычайных ситуаций, так и в местах постоянной дислокации с учетом опыта и анализа других стран : магистерская диссертация. – Минск, 2024. – 43 л.

2. Об утверждении Концепции национальной безопасности Республики Беларусь: Указ Президента Респ. Беларусь, 9 нояб. 2010 г., № 575 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=P31000575>. – Дата доступа: 22.03.2025.

3. Об обороне [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 3 нояб. 1992 г., № 1902-XII // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=V19201902>. – Дата доступа: 22.04.2025.

4. О гражданской обороне [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 27 нояб. 2006 г., № 183-3 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=N10600183>. – Дата доступа: 22.05.2025.

5. Исследовать целесообразность разработки и постановки на производство шлема пожарного с показателями стойкости к воздействию регламентированных средств поражения : отчет о НИР : НИИ ПБиЧС МЧС Беларуси : рук. А. А. Старовойтов. – Минск, 2023. – 64 с.

6. Отчет о научно-исследовательской и опытно-конструкторской работе по заданию 13 «Разработать и освоить в производстве модель каски пожарной для проведения аварийно-спасательных и иных работ, не связанных с тушением пожаров, с показателями стойкости к воздействию регламентированных средств поражения» государственной научно-технической программы «Современные технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций», 2021–2025 годы : отчет о НИР (промежуточный) : НИИ ПБиЧС МЧС Беларуси : рук. А. А. Старовойтов. – Минск, 2024. – 61 с. – № ГР 20241646.

СЕКЦИЯ 2
АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

УДК 614.847

**ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОАБРАЗИВНОЙ РЕЗКИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ
ПОЖАРОТУШЕНИЯ**

Василевич Д.В., Гуськов С.Н.

Университет гражданской защиты

Тушение скрытых и труднодоступных очагов пожара является одной из наиболее сложных задач при проведении аварийно-спасательных работ. Такие очаги формируются в конструктивных полостях зданий (между кровельным покрытием и стропильной системой, в фальшполах, между облицовкой стен и самой стеной и т.д.). При использовании классического способа пожаротушения в таких местах, для обнаружения очага пожара необходимо произвести вскрытие и разборку конструкций с последующим тушением. Данный способ является трудо и экономически затратным, поскольку необходимо приложить значительные усилия для вскрытия и разборки конструкций, а после тушения выполнить восстановительные работы. Вскрытие строительных конструкций, как правило, невозможно проводить с одновременной подачей огнетушащих веществ. При поиске скрытого очага может быть разобрана существенная площадь конструкций для обеспечения доступа к скрытым полостям и пустотам и, тем самым, обеспечивается приток свежего воздуха к очагу пожара, что многократно увеличивает интенсивность горения.

Альтернативу вышеописанному методу представляют системы пожаротушения с применением технологии гидроабразивной резки. Основными компаниями, выпускающими установки пожаротушения, работающие по принципу гидроабразивной резки являются Cold Cut Cobra Швеция, Pyrolance fire fighting system США.



а – демонстрация работы установки
«Гюрза»

б – подача огнетушащих веществ
через стену установкой Gyrolance

Рисунок 1. – Системы пожаротушения с возможностью гидроабразивной резки

Данный метод тушения зарекомендовал себя с лучшей стороны при тушении:

1. литий-ионных аккумуляторных модулях;
2. скрытых очагов в полостях стен зданий и сооружений;
3. чердачных помещений и кровли;
4. воздушных судов;
5. банные комплексы;
6. морские контейнеры.

Сущность данного процесса заключается в том, что гидроабразивная струя пробивает отверстие (диаметром до 3 мм) в стене или двери горящего помещения. Далее подача абразивного материала прекращается и внутрь помещения поступает только вода. Это позволяет снизить среднеобъемную температуру в помещении, что в свою очередь даст возможность пожарным зайти внутрь помещения и произвести дотушивание очагов горения, максимально обезопасив себя от воздействия высоких температур и возможных последствий от развившегося пожара. Кроме того, быстрое снижение температуры происходит без поступления в зону горения значительного количества воздуха (например, при открытии двери), что уменьшает вероятность развития пожара и выброса пламени вследствие образования обратной тяги. Преимущество описываемой технологии заключается и в ее экологичности и пожаробезопасности – в процессе гидроабразивной резки исключено искрообразование, выступающее в роли источника зажигания, плавление или горение обрабатываемого материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпаченко, К. А. Гидроабразивная резка: принцип работы, область применения и преимущества технологии / К. А. Карпаченко //

Инновационные технологии в машиностроении, образовании и экономике. – 2020. – Т. 28, № 3(17). – С. 100-105. – EDN VDUVZX.

2. Патент № 2508189 С1 Российская Федерация, МПК В26F 3/00, В23D 31/00. установка гидроабразивной резки : № 2012145204/02 : заявл. 25.10.2012 : опубл. 27.02.2014 / Ю. П. Астахов, А. Н. Королев, М. Б. Жихарев, С. М. Волков ; заявитель Федеральное государственное унитарное предприятие "Научно-производственное объединение "Техномаш". – EDN ZFMHHV.

3. Cold Cut Cobra Firefighting Cutting Extinguisher. <https://www.safewareinc.com/brands/cold-cut-cobra>

УДК 614.847

АБРАЗИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ГИДРОАБРАЗИВНОЙ РЕЗКИ

Василевич Д.В., Гуськов С.Н.

Университет гражданской защиты

Время прорезания материала напрямую зависит от формы и размеров зерна абразива, его твердости, плотности и скорости в момент удара. Острые частицы образуют меньшую площадь контакта, что увеличивает давление в зоне удара. Круглые частицы с большей площадью контакта в свою очередь подходят для полировки материала. Крупные частицы имеют большую массу, следовательно, и большую кинетическую энергию, однако для разгона такой частицы необходимо увеличить и скорость струи воды. При недостаточной энергии струи ее фокусировка будет снижаться, что приведет к снижению эффективности резки. Мелкие частицы в свою очередь обладают меньшей кинетической энергией, однако фокусировка струи в большей степени остается неизменной. Чем выше твердость, тем глубже и агрессивнее частицы проникают в материал и соответственно, требуется меньше времени на прорезание при прочих равных. Плотность напрямую влияет на массу частицы, а значит и на величину кинетической энергии. Но слишком тяжёлые или твёрдые частицы (например, стальные, алмазные) могут быстро изнашивать сопло или плохо перемешиваться со струей.

При проведении анализа вида применяемого абразивного материала было установлено, что в установках гидроабразивной резки (промышленных и применяемых для тушения пожаров) и в установках пескоструйной обработки применяется следующий абразивный материал: гранатовый песок, электрокорунд, карбид кремния, кварцевый песок, песок, купершлак. Исследование формы, фракции и внешнего вида частиц, а также наличия примесей проводилось при помощи микроскопа цифрового Levenhuk D320L.



Рисунок 1 – Гранатовый песок (фракция 0,17 – 0,20 мм)



Рисунок 2 – Электрокорунд белый

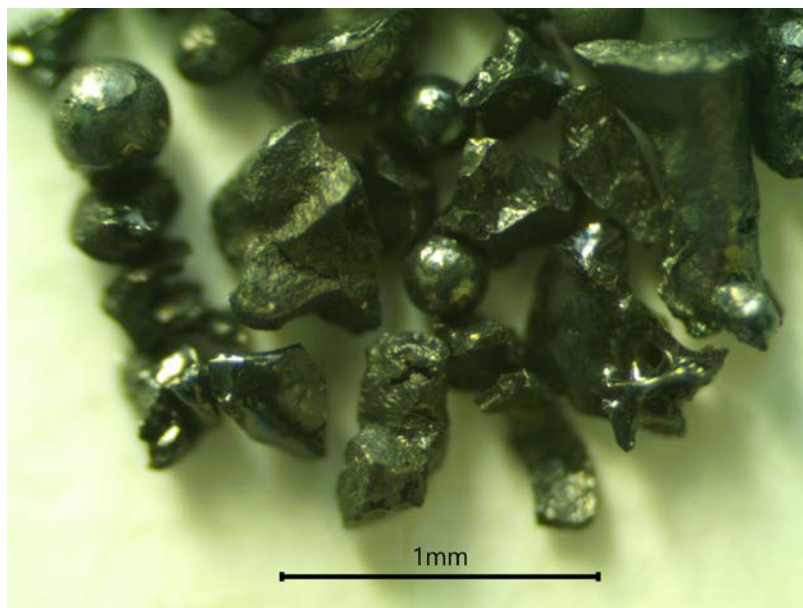


Рисунок 3 – Карбид кремния (фракция до 1 мм)



Рисунок 4. – Кварцевый песок (фракция 0,1 – 0,63 мм)

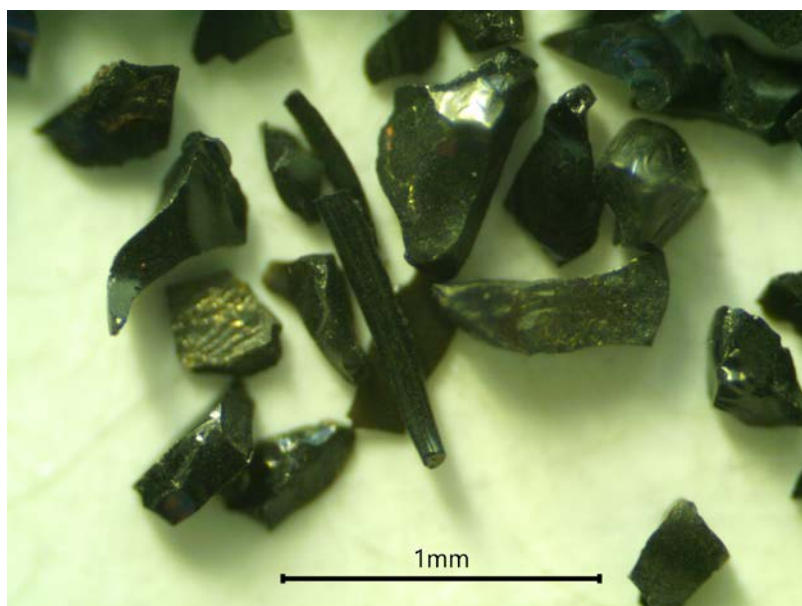


Рисунок 5. – Купершлак (фракция 0,1 – 0,6 мм))

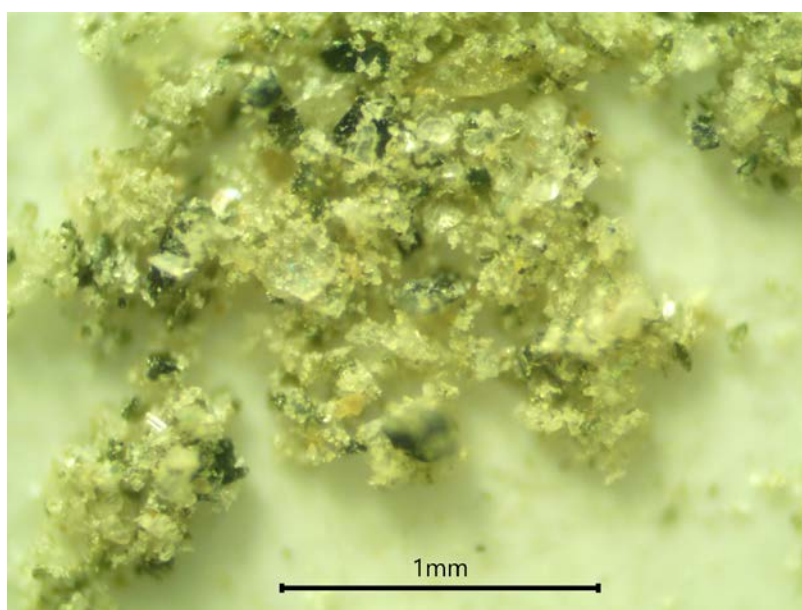


Рисунок 12. – Гранитная крошка

В таблице 1 приведены основные параметры абразивных материалов

Таблица 1 – Основные параметры абразивного материала

Вид абразива	Плотность, кг/м ³	Твёрдость по Моосу	Возможность повторного применения	Ориентировочная стоимость, бел. руб/кг
Гранат	4100	7–7,5	да	2,69
Электрокорунд	3950	9	да	4,80
Карбид кремния	3200	9,1–9,5	да	7,62
Кварцевый песок	2650	7	нет	0,60

Купершлак	3900	6,5	да	0,72
Гранитная крошка	2700	6–7	нет	Бесплатно ²

ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилов, Д. В. гидроабразивная резка металла / Д. В. Вавилов // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 01–30 мая 2015 года / Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2015. – С. 1255-1257. – EDN USQGJF.
2. Василевич, Д. В. Перспективные средства тушения пожаров с применением установок подачи огнетушащих веществ высокого давления / Д. В. Василевич, В. В. Лахвич, Д. С. Миканович // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2019. – Т. 3, № 3. – С. 283-290. – DOI 10.33408/2519-237X.2019.3-3.283. – EDN YNKICX.
3. Добровольский, И. В. Выбор оптимальных режимов гидроабразивного резания металла / И. В. Добровольский, М. М. Лях // Экспозиция Нефть Газ. – 2016. – № 4(50). – С. 58-60. – EDN VXCMVP.

УДК 629.331

АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Гаврошко В.С., Симонов А.Е., Рогальский Д.Я.

Университет гражданской защиты

Актуальность проблемы. Республика Беларусь, как и любое современное государство, подвержена риску возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного (лесные пожары, паводки, ураганы) и техногенного (аварии на промышленных объектах, на транспорте, химическое загрязнение) характера. Эффективность ликвидации последствий таких ситуаций напрямую определяет сохранение жизни и здоровья людей, минимизацию материального ущерба и скорейшее восстановление нормального функционирования общества. Ключевым элементом, обеспечивающим эту эффективность, является оснащённость аварийно-спасательных служб современным, специализированным оборудованием.

Нормативно-правовая база. Деятельность по оснащению и применению спасательной техники в РБ регламентируется рядом основополагающих документов:

Закон Республики Беларусь «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

Постановления Министерства по чрезвычайным ситуациям (МЧС) РБ, определяющие таблицы оснащения аварийно-спасательных служб и формирований.

Государственные стандарты (СТБ), регулирующие требования к техническим характеристикам и безопасности спасательного оборудования.

Основная цель этой работы проанализировать структуру, классификацию и основные виды аварийно-спасательного оборудования, состоящего на вооружении подразделений МЧС Республики Беларусь, и оценить его роль в комплексе мероприятий по ликвидации ЧС.

Классификация и основные виды аварийно-спасательного оборудования.

Аварийно-спасательное оборудование представляет собой комплекс технических средств, предназначенных для проведения поисково-спасательных и других неотложных работ. Его можно классифицировать по нескольким основаниям:

По функциональному назначению:

Оборудование для поиска пострадавших:

- Акустические приборы: Дозиметры, радиометры (например, ДКС-96, РУП-1).
- Оптические приборы: Тепловизоры (Testo, Flir), приборы ночного видения.
- Технические средства: Бортовые поисковые системы вертолетов, беспилотные летательные аппараты (БПЛА) для аэрофотосъемки и разведки.
 - Оборудование для проведения аварийно-спасательных работ:
- Гидравлический аварийно-спасательный инструмент (АСИ): расширители, ножницы, домкраты.
- Пневматический инструмент: Подъемные воздушные подушки.
- Электромеханический инструмент: Дисковые пилы, бензорезы, цепные пилы.
- Водолазное оборудование и снаряжение для работ под водой.

По виду транспортировки и применения:

- Индивидуальное: Средства защиты органов дыхания (СИЗОД), каски, спасательные жилеты, страховочные системы.
- Возимое (на автомобильном шасси): Аварийно-спасательные автомобили (АСА), автомобили связи и освещения, передвижные химические лаборатории.
- Прицепное и переносное: Мотопомпы, генераторы, осветительные мачты, комплекты инструмента.

Специализированное оборудование для различных видов ЧС.

Оборудование для ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий (ДТП):

- Основной парк: Автомобили быстрого реагирования (АБР), оснащенные комплектами гидравлического АСИ, стабилизаторами транспортных средств, медицинскими укладками.
- Тяжелая техника: Аварийно-спасательные автомобили на шасси грузовиков (МАЗ, ЗиЛ), несущие более мощные комплексы оборудования для деблокирования пострадавших из тяжелой техники.

Оборудование для тушения пожаров и проведения связанных с ними АСР:

- Основные средства: Пожарные автоцистерны (АЦ-40), автолестницы (АЛ-30), автоподъемники (АПК-30).
- Специальное оборудование: Аппараты на сжатом воздухе (БДА, Drager), теплоотражающие костюмы (ТОК-200), установки пенного тушения.

Оборудование для ликвидации химических и радиационных аварий:

- Разведка и контроль: Передвижные радиометрические лаборатории (ПРЛ), газоанализаторы (УГ-2, «Колион»).
- Защита и дезактивация: Специальные костюмы химзащиты (Л-1, КЗВУ, КИЗ-Т), установки специальной обработки (АРС-14), дезактивационные комплекты.

Оборудование для работ на водных объектах:

- Плавучие средства: Катера спасательные, моторные лодки, суда на воздушной подушке (СВП) типа «Гриф».
- Снаряжение: гидрокостюмы, водолазные снаряжения (ВС-5), спасательные круги и концы Александра.

Организация поставок и хранения аварийно-спасательного оборудования в МЧС РБ.

Поставка оборудования осуществляется через государственные закупки с учетом аналитики опасных регионов. Хранение организовано в специализированных хранилищах с контролем состояния и периодической проверкой.

Обеспечивается постоянное обновление оборудования с внедрением новых технологий.

Аварийно-спасательное оборудование является материально-технической основой всей системы реагирования на ЧС в Республике Беларусь. Его многообразие и специализация позволяют эффективно противостоять широкому спектру угроз. От его наличия, технического состояния и уровня подготовки личного состава, им владеющего, напрямую зависят сроки и успешность проведения спасательных операций. Дальнейшее развитие материально-технической базы сил МЧС РБ, ориентированное на

внедрение робототехники, цифровых технологий и обновление основных фондов, является стратегической задачей для обеспечения национальной безопасности и защиты населения страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Республики Беларусь 5 мая 1998 г. № 141-З «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций» (2020). URL: zakon_141_3.pdf
2. Методические рекомендации МЧС РБ по оснащению аварийно-спасательным оборудованием (2023). URL: d3c0ae042b34a533123f6fdb7ca100d.pdf
3. Доклад МЧС РБ о деятельности за 2023 год, официальный сайт МЧС Беларуси. URL: Подведены итоги работы Министерства по чрезвычайным ситуациям в 2023 году
4. Пожарная аварийно-спасательная техника НИИ ПБиЧС МЧС РБ. URL: <https://niipb.mchs.gov.by/>
5. Нормативы по пожарной аварийно-спасательной технике МЧС РБ. URL: <https://mchs.gov.by/>
6. Законодательство об аварийно-спасательных службах Республики Беларусь. URL: <https://pravo.by/>
7. Пожарная техника и оборудование МЧС РБ. Обзор и классификация. URL: <https://ucsp.by/>

УДК: 614.847:[629.331:62-83]

МОБИЛЬНЫЙ КОНТЕЙНЕР ДЛЯ ТУШЕНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Демьянов В.В., Рацевич А.В., Забрамский С.Н.

Университет гражданской защиты

Австрийская компания Rosenbauer, известная своими спецмашинами для борьбы с огнём, объявила о завершении работ над принципиально новым оборудованием для пожарных команд: оно предназначено специально для тушения загоревшихся электромобилей. Новое устройство позволит более эффективно охлаждать их аккумуляторы, не подвергая при этом опасности самих пожарных.

Сейчас для того, чтобы гарантировать тушение загоревшегося электромобиля, пожарные вынуждены долгое время «проливать» водой аккумуляторные отсеки либо вообще помещать машины в резервуары с водой. Устройство Rosenbauer позволяет доставить воду непосредственно в батареи электрокара.

Оно располагается под днищем машины, где чаще всего располагаются аккумуляторы. Блок для тушения снабжён специальным пробойником, который с усилием в несколько тонн пробивает обшивку батарей, открывая воде доступ непосредственно к аккумуляторным элементам. Возможностей этого механизма хватит, чтобы доставить воду к батареям даже в том случае, когда электрокар опрокинут на бок или на крышу: его можно размещать, например, в багажнике или салоне.

Управлять устройством можно дистанционно со второго блока: во время тушения пожарные располагаются на расстоянии до семи метров. Тем самым работники экстренных служб застрахованы от вероятного вреда, который способно нанести чересчур интенсивное горение. Время прямого контакта с очагом возгорания серьёзно сокращено. Чтобы избежать повторного самовоспламенения, электрокар можно транспортировать с установленным на нём устройством.

В фирме заявили, что уже протестировали разработку на всех доступных типах автомобильных аккумуляторов. Кроме того, Rosenbauer передавала установку для испытаний независимым экспертам - европейским пожарным службам и получила только позитивные отзывы. Приём заказов разработчики уже открыли, а поставлять новый механизм начнут в первые месяцы следующего года.

Австрийские инженеры предложили тушить возгорания автомобилей на батареях при помощи направленной струи воды.

Тушение автомобилей затрачивает слишком много воды. Например, в апреле этого года в США произошло ДТП с участием беспилотного Tesla Model S, в результате которого электрокар загорелся. Пожарным понадобилось практически четыре часа и более 100 тысяч литров воды, чтобы потушить пожар.

Такой объем воды в среднем расходуют местные спасатели в течение месяца, а среднестатистическое домовладение - на протяжении двух лет.

Большой расход воды происходит из-за того, что батарея автомобилей обычно расположена снизу, а струя пожарного шланга направлена на пламя сверху.

Инженеры компании Rosenbauer, расположенной в Австрии, придумали более безопасный и экономичный способ тушения возгораний электрического транспорта.

Система тушения представляет собой устройство малой толщины, которое крепится под днищем горящего автомобиля, а затем пробивает штырем корпус аккумулятора и направляет внутрь него мощный поток воды (рисунок 1).

Инженеры компании заявляют, что для понижения температуры батареи до безопасного уровня потребуется примерно тысяча галлонов, или 3,8 тысячи литров.



Рисунок 1 - Устройство для тушения электромобиля

Ранее Конфедерация ассоциаций пожарной безопасности Европы (CFPA-Europe) предложила другой способ тушения электромобилей. Инженеры разработали мобильный контейнер на базе пожарной машины. Спасатели помещают конструкцию над горящим автомобилем и включают подачу воды, которая обдает потоком электрокар — как на автомойке.

В инструкциях Tesla содержится рекомендация использовать для тушения электрокаров как минимум 18 кубических метров воды вылитых непосредственно на батареи, а после помещать сгоревшее авто на 48-часовой карантин под наблюдением, чтобы при необходимости пресечь очередное возгорание аккумуляторов.

Пожарные Нидерландов используют несколько другой метод, они сразу привозят заполненный водой бокс, в который помещают опасный электромобиль. Под водой его оставляют на 24 часа (рисунок 2).



Рисунок 2 - Мобильный резервуар-контейнер

Пена появляется в результате смешивания воды с химикатами из аккумуляторов автомобиля.

По данным местного пожарного управления, причина, по которой было используется такое решение, заключалась в том, что для тушения пожара на электромобиле требуется много воды в течение более длительного периода времени, отчасти из-за труднодоступности аккумуляторных блоков.

Вода применяемая для тушения является токсичной, содержит в себе никель, кобальт и другие опасные химические вещества используемых в батареях и автомобиле.

Таким образом, что пожарная служба также утверждает, что полученная смесь была утилизирована ответственно и что они прекрасно подготовлены к тому, чтобы справиться с такими ситуациями и в будущем.

ЛИТЕРАТУРА

1. - URL - <https://habr.com/ru/news/590313/> (дата обращения: 15.10.2024).
2. - URL - https://pikabu.ru/story/kak_potushit_yelektromobil_6605057 (дата обращения: 15.10.2024).

УДК 614.88

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АДАПТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ МАРШРУТОВ ЭВАКУАЦИИ РАБОТНИКОВ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Колоколов А.В.

АО «Воткинский завод»

Под промышленными объектами понимают стационарное оборудование и/или сооружения, используемые для промышленного производства или выпуска продукции (заводы, фабрики, электростанции и др.) [1]. При эксплуатации промышленных объектов возникают чрезвычайные ситуации: аварии, приводящие к нарушению нормальных условий жизни, угрозе здоровью работников и окружающей среде, а также к существенному материальному ущербу. Основными факторами возникновения таких ситуаций являются пожары, взрывы, выбросы опасных веществ или обрушения, которые часто выходят за пределы территории объекта [1].

Чрезвычайные ситуации на промышленных объектах классифицируют по масштабу (локальные, муниципальные, региональные, федеральные, глобальные) и характеру (техногенные, природные, социально-политические, биологические). Наиболее частыми причинами техногенных аварий и катастроф являются «человеческий фактор» (порядка 51%) и выход из строя

оборудования (порядка 20%) [2]. Ежегодно жертвами чрезвычайных ситуаций на промышленных объектах становятся несколько тысяч человек [2].

Залогом эффективного спасения работников промышленных объектов в чрезвычайных ситуациях является грамотное планирование маршрутов эвакуации работников – путей, ведущих из помещений в безопасную зону или наружу, причем такие пути должны быть четко обозначены и доступны [1].

Прогресс информационно-телекоммуникационных технологий позволяет реализовать планирование маршрутов эвакуации как адаптивное, в реальном времени, с учетом особенностей и динамики развития чрезвычайных ситуаций. Адаптивное планирование предполагает его реализацию в реальном времени, в отличие от традиционного (жесткого) планирования, когда планы устанавливаются на весь период и не допускают существенных изменений.

Технические средства адаптивного планирования маршрутов эвакуации на промышленных объектах включают системы оповещения и управления эвакуацией, системы видеонаблюдения, интерактивные карты эвакуации и мобильные приложения. Цель применения таких средств заключается в том, чтобы в режиме реального времени адаптировать маршруты в зависимости от масштабов и динамики чрезвычайной ситуации на объекте, информируя работников о наиболее безопасных путях эвакуации и обеспечивая связь с экстренными службами [3, 4].

В составе комплекса технических средств адаптивного планирования маршрутов эвакуации на промышленных объектах применяют:

- средства и системы оповещения и управления эвакуацией: звуковые и речевые оповещатели, световые указатели направления движения;
- программное обеспечение, управляющее системой и позволяющее адаптировать маршруты в зависимости от масштабов и динамики чрезвычайной ситуации;
- средства и системы обратной связи с зонами для контроля ситуации и определения местонахождения работников.

Системы видеонаблюдения интегрируются с системой оповещения и управления эвакуацией для анализа ситуации в режиме реального времени. Они позволяют определить зоны задымления, блокировки путей эвакуации и скопления людей.

Интерактивные карты (цифровые планы) эвакуации обновляются в режиме реального времени, учитывая текущую ситуацию на объекте. Они формируют и доводят работникам наиболее безопасный и актуальный маршрут эвакуации с учетом блокировок или других препятствий.

Для экстренного информирования сотрудников о чрезвычайной ситуации и направления их по оптимальному маршруту эвакуации

используются мобильные приложения. Такие приложения позволяют работникам сообщить о своем местонахождении и статусе, а аварийно-спасательным службам – отслеживать перемещение работников.

При возникновении чрезвычайной ситуации анализируются получаемые данные о ее развитии (очаг возникновения, свободные и заблокированные участки и т.п.). На основе этой информации автоматически строятся и динамически корректируются наиболее безопасные маршруты эвакуации. Информация о маршрутах и опасностях транслируется работникам и аварийно-спасательным службам через любые доступные каналы связи (звуковые оповещатели, световые указатели, табло-экраны, мобильные устройства).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бутков П.П. Материально-техническое обеспечение при чрезвычайных ситуациях / П.П. Бутков. СПб: Издательство Политехнического университета, 2016. 212 с.
2. Чрезвычайные ситуации и их последствия по субъектам Российской Федерации за 2022–2023 гг.: статистический сборник. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2025. 120 с.
3. Третьяков А.А. Инновационные подходы к использованию робототехнических комплексов в интересах МЧС России / А.А.Третьяков, В.А.Демьянов // Нанотехнологии: наука и производство. 2024. № 2. С. 84-88.
4. На службе военной медицине. Под ред. И.В.Бухтиярова и В.Р.Медведева. Санкт-Петербург-Москва: Вектор, 2011. 260 с.

УДК: 614.843.2:621.865

РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПОДЪЕМНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЭВАКУАЦИИ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ПАЦИЕНТОВ И НОВОРОЖДЕННЫХ ИЗ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ ПРИ ПОЖАРЕ

Куангалиев А.А., Рудченко Г.И.

Волгоградский государственный технический университет

Безопасность людей в учреждениях родовспоможения является приоритетной задачей, которая приобретает особую остроту в условиях пожара. Наиболее уязвимой группой в данных обстоятельствах являются пациентки, не способные к самостоятельной эвакуации, а также новорожденные, в том числе находящиеся в отделениях реанимации и интенсивной терапии в кювезах [1,2]. Существующие системы противопожарной защиты зданий, включающие незадымляемые лестничные

клетки и системы дымоудаления, не решают полностью проблему их горизонтального и вертикального перемещения выше первого этажа [3,4].

Традиционные методы спасения с применением автолестниц или коленчатых подъемников спасательных машин часто из-за долгого времени следования и разворачивания спецтехники, превышающего необходимое время эвакуации. Это создает критические риски и требует разработки специализированных инженерных решений, интегрированных в конструкцию здания.

1. Конструкция и основные элементы устройства

Предлагаемое устройство представляет собой шахтный подъемник, монтируемый на фасаде здания в зонах размещения палат с немобильными пациентками (рисунок 1). Рассмотрим подробнее конструкцию:

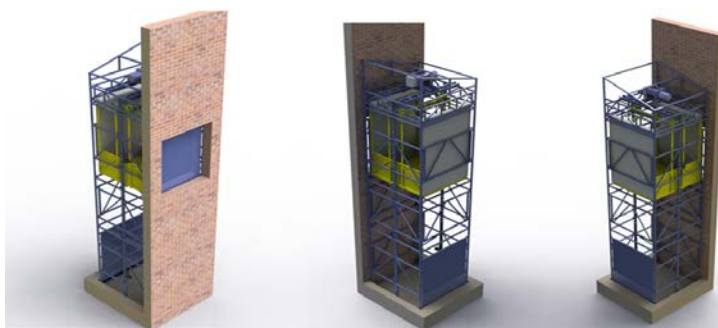


Рисунок 1 - Вид предлагаемого подъемного устройства

1.1. Шахта подъемника

Шахта выполняется в виде самонесущего металлокаркаса, обладающего достаточной прочностью и жесткостью для независимой установки. Ключевым требованием к конструкции шахты является устойчивость к воздействию высоких температур в условиях пожара. Для этого все элементы должны быть обработаны огнезащитными составами (например, на основе вспучивающихся красок или огнестойких покрытий), что позволит увеличить предел огнестойкости конструкции до необходимых значений (не менее REI-45) [5].

1.2. Кабина подъемника

Кабина является основным элементом, обеспечивающим безопасность людей во время спуска. Ее конструкция должна отвечать следующим требованиям:

Огнестойкость: Каркас кабины выполняется из металлических конструкций и обшивается огнестойкими материалами, позволяющими обеспечить указанный выше предел огнестойкости (листы на основе силиката кальция и.п.). Дверное полотно должно иметь предел огнестойкости не ниже предела огнестойкости других конструкций, что гарантирует

сохранение целостности конструкции и ее теплоизолирующей способности, защищая людей от воздействия опасных факторов пожара в течении нормативного времени.

Планировка и габариты: Внутреннее пространство кабины проектируется для одновременного размещения: Одних носилок или каталки с пациентом или двух переносок с новорожденными или одного стандартного кювеза с системой жизнеобеспечения. Кроме одного из перечисленного кабина должна вмещать сопровождающего медицинского работника. Рекомендуемые минимальные габариты кабины: 1600 мм x 2500 мм.

Откидной трап: С торцевой стороны кабины, обращенной к зданию, предусматривается откидная ступенька-трап. В рабочем положении он укладывается на подоконник, образуя надежный переходной мостик. Конструкция трапа также должна обладать огнестойкостью не менее REI-45 и быть оборудована противоскользящим покрытием.

2.1. Приводной механизм

Основным является электрический привод, обеспечивающий плавный подъем и спуск кабины. Органы управления должны быть расположены внутри кабины и на уровне посадочной площадки на каждом из этажей (по примеру вызова лифта в многоэтажных домах). В качестве резервного источника электропитания используется система автономных аккумуляторных батарей (АКБ) достаточной емкости или дизель-генератор, автоматически запускающийся при пропадании основной сети.

2.2. Система управления

Управление подъёмником дублируется для максимальной надёжности: внутри кабины размещается основной пульт управления, на конструкциях шахты у оконных проёмов каждого этажа устанавливаются кнопки вызова кабины по аналогии с лифтовыми системами в жилых домах, ручной привод доступен как изнутри кабины, так и снаружи на уровне первого этажа для обеспечения внешней эвакуации, а в аварийном режиме система управления обеспечивает приоритет команд, поступающих из кабины, во избежание несанкционированного вмешательства.

3. Обоснование эффективности и безопасность применения

Предлагаемое решение эффективно благодаря автономности (работа не зависит от задымления), конструктивной огнестойкости, высокой надёжности за счёт дублирования приводов (основного, резервного и ручного), эргономичной кабине с трапом для быстрой погрузки пациентов и оборудования, а также универсальному монтажу на здания разной архитектуры без вмешательства в несущие конструкции.

Комплексный подход, включающий применение огнестойких материалов, многоуровневую систему привода и эргономичную планировку кабины, позволяет эффективно решить проблему спасения немобильных пациенток и новорожденных из учреждений родовспоможения при пожаре. Внедрение данного инженерного решения в практику проектирования,

строительства и эксплуатации многопрофильных стационаров, перинатальных центров и родильных домов позволит существенно повысить уровень их противопожарной защищенности и снизить риски гибели людей в чрезвычайных ситуациях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование эффективности эвакуации из лечебных учреждений / Петров А.В., Сидоров С.К. // Пожаровзрывобезопасность. – 2020. – Т. 29, № 5. – С. 45-53.
2. Хасуева З.С., Самошин Д.А., Фан А. Влияние эмоционального состояния беременных женщин на скорость их движения при эвакуации в случае пожара // Технологии техносферной безопасности. 2016. № 4. С. 104–113.
3. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 02.07.2021) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".
4. СП 1.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы.

УДК 614.844

УГЛОВОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ РУЧНЫХ ПОЖАРНЫХ СТВОЛОВ

Кузнецов Д.А.

Морозов А.А.

Университет гражданской защиты

Переносное угловое устройство для крепления ручных пожарных стволов представляет собой специализированное техническое приспособление, предназначенное для фиксации пожарного ствола с целью организации подачи огнетушащего вещества без непосредственного участия человека-оператора (далее – устройство). Данное устройство позволяют организовать подачу огнетушащего вещества без участия человека. Актуальность его применения обусловлена необходимостью работы в условиях повышенной опасности, таких как угроза взрыва или обрушения строительных конструкций, а также в ситуациях, когда имеется недостаточное количество личного состава для ведения полномасштабных действий по тушению.

Конструктивно устройство включает в себя угловой кронштейн или раму, обеспечивающую устойчивость, зажимной механизм для надежной фиксации ствола, элементы регулировки угла наклона и поворота для

точного наведения, а также встроенный перекрывной механизм для управления потоком огнетушащего вещества (рисунок 1).



Рисунок 1 – Угловое устройство для крепления стволов

Практическое применение устройства демонстрирует его широкие тактические возможности. Один из ключевых примеров – использование для защитного охлаждения баллона с газом, находящегося под воздействием тепловой нагрузки от пожара (рисунок 2а). В этом случае устройство устанавливается на безопасном расстоянии, а подача воды регулируется таким образом: регулятор расхода переводится в минимальное положение, а перекрывной механизм слегка прикрывается. Это позволяет создать распыленную струю, обеспечивающую эффективное и безопасное охлаждение без риска механического повреждения баллона мощным компактным струями. Другой пример – применение устройства для защиты кровли здания от возгорания или обрушения (рисунке 2б). Закрепленный ствол направляется на кровлю, обеспечивая непрерывную подачу воды для ее охлаждения или создания защитной водяной завесы.



а – применение устройства для охлаждения баллона



б – применение устройства для охлаждения кровли

Рисунок 2 – Угловое устройство для крепления стволов

К неоспоримым преимуществам устройства относятся значительное повышение уровня безопасности пожарных за счет их удаления из непосредственной зоны риска, расширение тактических возможностей подразделений, возможность круглосуточной работы и компенсация нехватки личного состава. Однако внедрению и широкому использованию устройства препятствуют его недостатки, главными из которых являются относительная сложность конструкции и высокая стоимость.

Разработка и потенциальное внедрение данного устройства соответствуют современным тенденциям в области пожарной безопасности, отраженным в научной литературе, таким как внедрение инновационных и энергоэффективных технологий в пожарной технике, а также общая ориентация на роботизацию и снижение роли человека в наиболее опасных процессах пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ.

Таким образом, угловое устройство для крепления стволов является перспективным техническим решением, способным повысить эффективность и безопасность работы пожарных подразделений, несмотря на существующие экономические и конструктивные барьеры для его массового распространения.

УДК 614.88

КОМПЛЕКС ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РОЗЫСКА И МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В РАЙОНАХ НАВОДНЕНИЙ

Кушнир О.Г.

Научно-производственное предприятие «Топаз»

Комплекс технических средств автоматизированного розыска и мониторинга населения в зонах наводнений - это система, использующая различные технологические методы для отслеживания местонахождения людей, оценивания их состояния и передачи необходимой информации в чрезвычайных ситуациях, обусловленных наводнениями [1, 2]. В состав такого комплекса входят средства оповещения (радио, телевидение, мобильная связь, Интернет), средства спутниковой связи и навигации, беспилотные летательные аппараты для мониторинга, датчики и камеры для отслеживания движения и состояния людей в зонах наводнений, а также системы анализа данных для прогнозирования и принятия решений [3, 4].

Системы оповещения по сути представляют собой автоматизированные системы, которые могут оповещать население об угрозе через радио, телевидение, СМС-рассылки, громкоговорители, многофункциональные табло и т.п. Системы мониторинга обстановки включают спутниковые системы и системы навигации, которые применяют для определения

местоположения людей и транспорта, а также для координации спасательных операций.

Беспилотные летательные аппараты применяются для обследования труднодоступных районов, розыска пострадавших, раненых и пораженных, определение масштабов наводнения и передачи видеоинформации в реальном времени. Для отслеживания движения людей, их состояния, а также для обнаружения пострадавших в пострадавших районах устанавливаются видеонаблюдение и датчики.

Системы обработки и анализа данных используют программное обеспечение для обработки информации, поступающей от датчиков, камер и других источников, а также для построения карт, прогнозирования и принятия оперативных решений.

На этапе обнаружения и прогнозирования используются данные метеорологических служб, гидрологические модели и спутниковые данные для прогнозирования наводнений, активируются системы мониторинга для отслеживания ситуации в реальном времени [5, 6].

Для определения масштабов бедствий во время наводнений и розыска граждан в районах наводнений осуществляется поисково-спасательное сопровождение и наблюдение, включающее: определение границ распространения воды; мониторинг обстановки во время стихийного бедствия (наводнения); выяснение местоположения людей, требующих поддержки; обнаружение имущества, которое необходимо вывезти из опасной зоны; подготовка и изучение путей перемещения людей, скота и грузов по воде, а также обустройство посадочных пунктов; выбор и подготовка мест для посадки авиации разных типов в зоне затопления [7-10].

Розыск граждан в районах наводнений осложняется обширностью зон подтопления, где передвижение по земле становится невозможным, поэтому применяют преимущественно воздушный и водный поиск.

Обеспечение наблюдения за состоянием водных объектов и предсказание наводнений – одна из важнейших функций гидрометеорологии. Эффективное выполнение этой задачи дает возможность уменьшить последствия наводнений, защитить жизни людей и минимизировать финансовые потери в зонах риска. В настоящее время считается, что такая система должна работать в автоматическом режиме, опираться на расчетные модели для составления прогнозов и применять современные геоинформационные технологии [2].

Передача данных пользователям - неотъемлемая часть подобных комплексов, так как оперативность получения сведений в понятной форме обеспечивает принятие эффективных решений, направленных на смягчение потенциального ущерба от сложной обстановки на водных путях. Прогрессивные гидрометеослужбы по всему миру создают и применяют подобные решения для непрерывного доступа специалистов в сфере оперативного управления водными ресурсами. Всемирная метеорологическая организация признает системы наблюдения и прогнозирования наводнений

важнейшим инструментом уменьшения риска их неблагоприятных последствий.

Современные системы наблюдения, прогнозирования и своевременного информирования населения о наводнениях характеризуются единым подходом к управлению водными бассейнами, автоматизацией процесса составления прогнозов, использованием передовых научных методов гидрологического анализа, интеграцией данных со спутников, применением геоинформационных систем и предоставлением актуальной информации через интернет.

На основе собранных данных принимаются решения о проведении эвакуации, оказании помощи и спасательных операциях. Координация действий всех служб осуществляется с помощью автоматизированных систем. После ликвидации чрезвычайной ситуации проводится определение ущерба, полученные данные используются для улучшения систем оповещения и мониторинга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чрезвычайные ситуации и их последствия по субъектам Российской Федерации за 2022–2023 гг.: статистический сборник. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2025. 120 с.
2. Разумов В.В. Масштабы и опасность наводнений в регионах России / В.В.Разумов, С.А.Качанов, Н.В.Разумова. М.: ВНИИ ГО и ЧС МЧС России, 2018. 364 с.
3. На службе военной медицине. Под ред. И.В.Бухтиярова и В.Р.Медведева. Санкт-Петербург-Москва: Вектор, 2011. 260 с.
4. Медведев В.Р. Приоритетные направления развития технического оснащения военно-медицинской службы / В.Р.Медведев, А.В.Богомолов, Н.В.Мурашев // Двойные технологии. 2012. № 4 (61). С. 43-47.
5. Третьяков А.А. Инновационные подходы к использованию робототехнических комплексов в интересах МЧС России / А.А.Третьяков, В.А.Демьянов // Нанотехнологии: наука и производство. 2024. № 2. С. 84-88.
6. Бутков П.П. Материально-техническое обеспечение при чрезвычайных ситуациях / П.П. Бутков. СПб: Издательство Политехнического университета, 2016. 212 с.
7. Кушнир О.Г. Требования к перспективным техническим средствам обеспечения жизненно важных потребностей населения при ликвидации последствий наводнений / О.Г.Кушнир // Научный вестник НИИГД Респиратор. 2025. № 1 (62). С. 98-103.
8. Медведев В.Р. Техническое оснащение тактического и оперативного этапов медицинской эвакуации / В.Р.Медведев, А.В.Богомолов, Н.В.Мурашев, В.Н.Гамалий, В.А.Сидоров // Оборонный комплекс - научно-техническому прогрессу России. 2011. № 4. С. 95-103.
9. Кушнир О.Г. Технические средства первоочередного жизнеобеспечения населения в зоне наводнений / О.Г.Кушнир // Материалы XXX Всероссийской студенческой научно-практической конференции

«Проблемы техносферной безопасности современного мира». Иркутск: ИРНТУ, 2025. С. 135-137.

10. Кушнир О.Г. Цифровизация технических средств обеспечения жизненно важных потребностей населения при ликвидации последствий наводнений / О.Г.Кушнир // Сборник материалов X Международной заочной научно-практической конференции «Гражданская защита: сохранение жизни, материальных ценностей и окружающей среды». Минск: УГЗ, 2025. С. 117-118.

УДК 614.842.612

ОГNETУШАЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ВОДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЖИДКИМ СТЕКЛОМ

Лебедева В.В., Храпоненко О.В, Томилов М.К.

ФГКУ «НИИ «Респиратор» МЧС России»

К опасным факторам пожара, воздействие которых приводит к травмам, отравлениям или гибели людей, а также к существенному материальному ущербу относятся пламя и искры; повышенная температура окружающей среды; токсические продукты горения и термической деструкции; дым; пониженная концентрация кислорода. Для борьбы с пожарами человеку известно множество средств пожаротушения – пенные растворы, аэрозоли, вода, газообразные вещества, огнетушащие порошки, использующиеся в зависимости от присвоения пожару определенного класса. Унифицированного подхода к тушению пожаров не существует, поэтому выбор конкретного средства осуществляется с учетом характера горящего материала, окружающей среды, особенностей помещения и возможного ущерба от применяемого вещества.

Традиционным, наиболее доступным, дешевым и безвредным средством тушения пожаров на сегодняшний день остается вода. Сочетание физических и химических свойств, обуславливающих достоинства воды, позволяют отнести ее к наиболее распространенным средствам тушения пожаров. Вместе с тем вода обладает рядом недостатков – низкой смачиваемостью и вязкостью, высоким поверхностным натяжением [1], ограничивающих область применения воды как огнетушащего средства.

Преодоление отмеченных недостатков требует разработки новых эффективных огнетушащих водных составов (композиций), отличающихся экологической безопасностью, простой технологией приготовления и способа подачи, термической устойчивостью, теплоизолирующей способностью, пониженным расходом огнетушащего вещества, что позволит эффективно использовать их при тушении пожаров класса А и В.

Критический анализ патентных источников и научно-технической литературы позволил установить, что улучшенными параметрами тушения пожаров обладает вода при введении в ее состав более 50 % жидкого стекла (преимущественно 90–98 %) с силикатным модулем в диапазоне 1–4 единиц [2–4]. Эффективность пожаротушения такой композиции объясняется способностью жидкого стекла образовывать на поверхности горения изолирующую пленку, предотвращающую доступ кислорода воздуха к поверхности горения. Однако такое процентное содержание жидкого стекла приводит к увеличению вязкости водных композиций в 4–500 раз по сравнению с вязкостью не модифицированной воды (0,001 Па·с при 20 °С). С целью повышения огнетушащей эффективности необходимо снижать вязкость жидкого стекла.

Для подтверждения патентных и литературных данных в лабораторных условиях были проведены экспериментальные исследования по тушению модельного очага горения (автомобильного бензина АИ-98) водными композициями, содержащими 10–60 % жидкого стекла. Количественным оценочным критерием огнетушащей способности исследуемых водных композиций служило количество их распылений, израсходованных на полное прекращение горения модельного очага. Эффективность исследуемых водных композиций дополнительно оценивали путем сравнения с результатами предварительно проведенного эксперимента тушения пламени технической водой без добавок.

Результаты экспериментальных исследований представлены в виде графика зависимости огнетушащей способности водных композиций от процентного содержания в них жидкого стекла (рисунок).

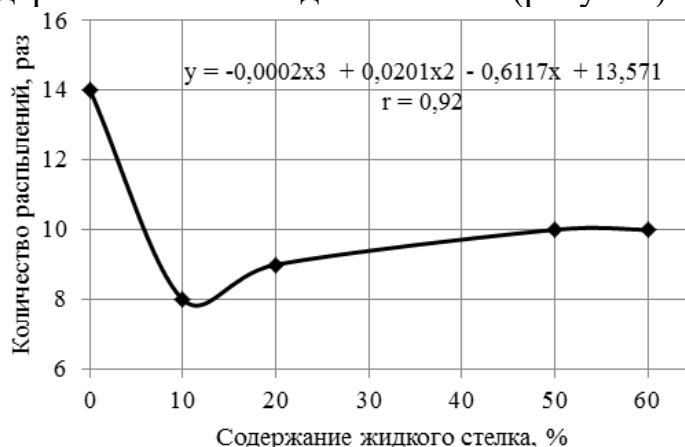


Рисунок 1 – Зависимость огнетушащей способности водных композиций от процентного содержания жидкого стекла

На основании результатов экспериментальных исследований установлено оптимальное массовое содержание жидкого натриевого стекла в водной композиции – 10 %, при котором достигается повышение огнетушащей способности воды в 1,8 раз по отношению к воде без добавки жидкого стекла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кушелев, В.П. Охрана труда в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности: Учебник для вузов / В.П. Кушелев, Г.Г. Орлов, Ю.Г. Сорокин. – М.: Химия, 1983. – 472 с.

2. Юркина, В.А. Анализ эффективности жидкофазных огнетушащих составов на основе жидкого стекла / В.А. Юркина, И.И. Романцов // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. – 2015. – Т. 2. – С. 342–344.

3. Селина, А.А. К вопросу применения огнетушащих составов на основе жидкого стекла при тушении лесного пожара / А.А. Селина, А.И. Сечин // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня рождения академика К. И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения профессора К. В. Радугина. – 2019 – Т. 1. – С. 630–632.

4. Селина, А.А. Анализ экологической перспективности огнетушащих составов на основе жидкого стекла / А.А. Селина, А.И. Сечин, И.И. Романцов, А.А. Сечин, Г.А. Лопатин // XII Международная научно-техническая конференция «Современные проблемы машиностроения». – 2019. – С. 321–323.

ПРИМЕНЕНИЕ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Мардас Д.А.

Василевич Д.В.

Университет гражданской защиты

Министерство по чрезвычайным ситуациям – республиканский орган государственного управления, осуществляющий регулирование и управление в сфере предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и гражданской обороны, обеспечения пожарной, промышленной, ядерной и радиационной безопасности, ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС, создания и обеспечения сохранности государственного и мобилизационного материальных резервов, а также регулирование в сфере безопасности судоходства маломерных судов на внутренних водных путях Беларуси.

Одной из основных задач стоящей перед Министерством по чрезвычайным ситуациям является организация мероприятий по ликвидации чрезвычайных ситуаций и участие в ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Для выполнения данной задачи, достижения поставленных целей спасателям требуется не только специальная подготовка, но и широкий спектр профессионального, аварийно-спасательного инструмента и оборудования. Проводя аварийно-спасательные работы во время чрезвычайных ситуаций, нужно иметь качественное, простое в использовании и надежное аварийно-спасательное оборудование. Без спасательного инструмента очень сложно и практически невозможно справиться с разными видами разрушений зданий, дорожно-транспортными происшествиями или пожарами.

Стоит отметить, что в настоящее время согласно действующим нормам обеспечения пожарно-техническим вооружением, аварийно-спасательным оборудованием, снаряжением и иным имуществом пожарная аварийно-спасательная техника оборудована достаточно широким набором аварийно-спасательного инструмента и оборудования.

Аварийно-спасательный инструмент и оборудование обладают рядом уникальных особенностей, которые отличают их от обычного инструмента и позволяют эффективно работать в экстремальных условиях чрезвычайных ситуаций. Ключевыми особенностями эксплуатации являются:

Надежность и долговечность;

Инструмент изготавливается из высокопрочных, часто специализированных, сплавов и композитных материалов, способных выдерживать значительные нагрузки, удары, абразивное воздействие и падения.

Безотказность: Главное требование – гарантированная работа в чрезвычайной ситуации. Отказ оборудования может стоить жизни, поэтому системы проходят многоуровневый контроль качества и тестирования.

Специализированное назначение;

Узкая специализация многие инструменты разработаны для конкретных задач, например, гидравлические ножницы для резки стоек автомобиля, пневмодомкраты для подъема тяжелых объектов.

Многофункциональность: Некоторые инструменты, например, универсальный ручной инструмент, могут объединять несколько функций (резка, лом, кирка) для повышения эффективности работы одного спасателя.

Автономность и мобильность;

Большая часть оборудования является переносным, часто с автономными источниками питания (аккумуляторы, мотоприводы, ручные насосы), что позволяет использовать его в местах, где нет доступа к электросети или куда невозможно доставить тяжелую технику.

Устойчивость к внешним воздействиям;

Материалы, из которых изготавливается аварийно-спасательный инструмент и оборудование зачастую устойчивы к агрессивным химическим веществам, горючим и смазочным материалам, что позволяет применять их при техногенных авариях. Оно должно выдерживать высокие температуры и воздействие открытого огня. Инструмент сохраняет работоспособность в широком диапазоне температур, при высокой влажности, запыленности и других неблагоприятных погодных условиях.

Для поддержания аварийно-спасательного инструмента и оборудования в постоянной готовности к применению необходимо проводить комплекс регулярных мероприятий, направленных на обеспечение их исправности и работоспособности.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://president.gov.by/ru/statebodies/ministerstvo-po-chrezvychaynym-situaciyam>;
2. Приказ МЧС РБ от 29.09.2025 №292 «О нормах материально-технического обеспечения».

УДК 614.842.8

ЦИФРОВОЙ ПОЛИНГ: ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКОЙ БУДУЩЕГО

Полешко И.П.

Университет гражданской защиты

Цифровой двойник парка – основа для предиктивного управления. Создание динамической виртуальной копии каждой единицы техники, которая обновляется данными с датчиков (IoT). [1]

Мониторинг вибрации, температуры, параметров работы ДВС и насосов для предсказания отказов [1].

Переход от регламентного обслуживания к обслуживанию по фактическому состоянию, сокращение простоев. Отработка действий экипажа на цифровой копии в смоделированных чрезвычайных ситуациях без риска для реальной техники [2].

Анализ больших массивов данных от техники, метеостанций, ГИС, городских камер и соцсетей для принятия решений. AI-модели, анализируя исторические данные и текущие условия, определяют зоны повышенной пожарной опасности [3].

Система в режиме реального времени рассчитывает оптимальный маршрут и состав сил с учетом дорожной ситуации, состояния техники и предполагаемого развития ЧС. Прогнозирование расхода огнетушащих веществ и заблаговременное пополнение запасов на удаленных базах [3].

Интеграция БПЛА и наземных роботов в общий контур управления как средства разведки, связи и доставки [4].

Дроны передают видео в реальном времени на командный пункт и непосредственно в кабины автомобилей, создавая эффект «прозрачных стен». Роботизированные установки для тушения в задымленных или обрушенных

помещениях, где присутствие людей невозможно. Логистика в сложной местности: Доставка средств спасения (АСИ, аптечки) пострадавшим в труднодоступных районах [4].

Создание интуитивного интерфейса «человек-машина», где вся критически важная информация агрегирована и представлена в удобной форме [5].

Лобовое стекло или шлем командира отображает тактическую информацию (план здания, расположение гидрантов, очаги пожара, местонахождение других расчетов). Телеметрия экипажа: Мониторинг состояния здоровья пожарных (пульс, температура, запас воздуха в СИЗОД) для предотвращения чрезмерных нагрузок. Беспроводная интеграция средств связи от радиостанции до планшета командира и систем дрона [5].

Создание неизменяемой и прозрачной цифровой истории каждой единицы техники, каждой запчастей и каждой операции с ней [6].

Полная история от производителя до установки на конкретный автомобиль, борьба с контрафактом, точное прогнозирование потребностей в запасных частях. Автоматизация закупок и отчетности: Смарт-контракты могут автоматически инициировать заявки на ТО или заказ запчастей при достижении критических параметров в цифровом двойнике, сокращая бюрократический цикл. Фиксация всех проведенных обслуживающих операций, что повышает ответственность и упрощает аудит. [6].

Использование искусственного интеллекта для анализа текущей обстановки в реальном времени и выработки тактических рекомендаций [7].

Нейросеть, анализируя данные с дронов (тепловизионные камеры), датчиков газоанализаторов и планировку здания, прогнозирует направление распространения огня, обрушения конструкций и риск взрыва. Система в реальном времени рассчитывает и предлагает командиру оптимальную расстановку сил и средств, необходимое количество стволов, приоритеты эвакуации. AI-алгоритмы автоматически анализируют видео и идентифицируют опасные объекты (баллоны, химические емкости), маркируя их на электронной карте для командира [7].

Организация обмена данными между автомобилем и окружающей инфраструктурой (светофорами, шлагбаумами, другими машинами, пешеходами) [8].

Автоматическая координация светофоров для обеспечения беспрепятственного проезда спецтехники к месту вызова, что сокращает время прибытия на 15-20%. Повышение безопасности движения: Техника, следующая к месту ЧС, передает сигналы окружающим автомобилям (V2V), предупреждая их о своем приближении и маневрах. Кооперативная работа: Обмен данными между несколькими единицами техники на месте ЧС (например, между насосно-рукавным автомобилем и автолестницей) для синхронизации их работы [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Гартвиг, Н.В. Интеллектуальные системы диагностики и мониторинга технического состояния транспортных средств / Н.В. Гартвиг, К.А. Шантирно. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. – 198 с.
2. Резник, М.Л. Цифровые двойники в инженерии и промышленности / М.Л. Резник. – СПб.: Питер, 2022. – 256 с.
3. Чжан, Ю. Big Data Analytics for Emergency Response / Y. Zhang, L. Chen // Fire Technology. – 2023. – Vol. 59. – P. 123-145.
4. Иванов, С.П. Робототехнические комплексы двойного назначения / С.П. Иванов. – М.: Дрофа, 2020. – 174 с.
5. Шойгу, С.К. Перспективные системы управления в чрезвычайных ситуациях / С.К. Шойгу, А.В. Цыганков // Проблемы безопасности. – 2022. – № 4. – С. 15-25.
6. Петров, А.С. Блокчейн для промышленности и логистики: от теории к практике / А.С. Петров. – М.: ИНФРА-М, 2023. – 215 с.
7. Ковальчук, С.В. Применение искусственного интеллекта в задачах прогнозирования чрезвычайных ситуаций / С.В. Ковальчук, Д.А. Яковлев // Информатизация и связь. – 2023. – № 2. – С. 56-62.
8. Сидоров, В.Н. Интеллектуальные транспортные системы и технологии связи V2X / В.Н. Сидоров. – СПб.: Лань, 2022. – 189 с.

УДК: 621.37

ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫЕ ОТРЯДЫ «USAR» ДЛЯ ПОИСКА И СПАСЕНИЕ ПОСТРАДАВШИХ ИЗ-ПОД ЗАВАЛОВ

Самсоник А.Р., Рацевич А.В., Забрамский С.Н.

Университет гражданской защиты

Довольно часто поисково-спасательные работы (ПСР) приходится выполнять в условиях завалов. Завалом называется хаотическое нагромождение строительных материалов и конструкций, обломков технологического оборудования, санитарно-технических устройств, мебели, домашней утвари, камней.

Причина образования завалов могут стать природные стихийные бедствия (землетрясения, наводнения, цунами, ураганы, бури, обвалы, оползни, селевые потоки) воздействия природных факторов, приводящих к старению и коррозии материалов (атмосферная влага, грунтовые воды, посадочные грунты, резкие изменения температуры воздуха), ошибки на стадии проектирования и строительства, степени износа (старения) строений.

Поисково-спасательные отряды «USAR» должны действовать быстро и эффективно в течение первых нескольких часов / первых нескольких дней после катастрофы, чтобы спасти пострадавших как можно быстрее. В первые часы после крупной катастрофы, когда необходимо проверить много районов, аварийно-спасательные отряды проводят быстрые поиски, чтобы грамотно распределить свои силы на районы, где помощь точно необходима.

Поиск и спасение пострадавших требует применение очень специфического оборудования USAR для определения местонахождения пострадавших, общения с ними, а затем извлечения и спасения. Команды USAR часто используют собак для поиска пострадавших, но они также используют и электронное оборудование для этих целей используют радары-детекторы.

Одной из последних инноваций в области оборудования для определения местоположения пострадавших под завалами является радар-детектор UWB (Ultra-Wide Band) (также называемый GPR – Ground Penetrating Radar). Он может обнаружить мельчайшие движения – даже дыхание человека без сознания! Датчик UWB — это передающее/приемное устройство с ультрочувствительным датчиком UWB, создающим электромагнитные волны, которые могут проходить через строительные материалы. Устройство может сканировать/зондировать пространство (завалы) радиусом 50 см и реагировать на движение пострадавших, несмотря на слой обломков плотного бетона или любого другого строительного материала, такого как кирпич, асфальт, песок, дерево, плитка, пластик, штукатурка и стекло. Обратите внимание, что электромагнитные волны не могут проходить через металлические поверхности, влажные поверхности (глина) или воду (рисунок 1).



Рисунок 1 - Применение датчиков UWB

1. Датчик UWB должен быть размещен спасателем в контакте с завалами и должен регулярно перемещаться в соответствии с сеткой поиска. Цель состоит в том, чтобы составить карту зоны, определив местоположение жертв.

2. В это время второй спасатель по поиску отслеживает ход работ на дистанционном беспроводном пульте управления в режиме реального времени.

3. UWB сканирует землю, посылая волны, которые проходят через строительные материалы. Если эти волны возвращаются с разрывом в длине, это указывает на движение, и это может указывать на жертву. Когда датчик UWB обнаруживает движение под завалами, на экране отображается значок, указывающий глубину, на которой обнаружено движение, а также частоту движений (сильное/слабое). Это означает, что выживших можно обнаружить очень быстро в режиме реального времени. Его высокая чувствительность и стабильность сигнала позволяют обнаруживать с точностью до 1 метра:

- сильные и нерегулярные движения, такие как движение руки жертвы в сознании, на расстоянии до 30 метров в условиях свободного поля.
- регулярные слабые движения, такие как движения груди/дыхание жертвы, даже если она без сознания, на расстоянии до 10 метров в условиях свободного поля.

Компания Hunan NovaSky Electronic Technology Co.,Ltd. Была основана в 2006 году. Компания специализируется на технологиях электромагнитного обнаружения, обнаружения и контроля, а также предоставляет услуги по интеграции продуктов и систем для борьбы с терроризмом, поиска и спасения, обеспечения безопасности и безопасности автомобилей. В настоящее время компания имеет дочерние компании в Пекине и Шанхае, а также центры R&D в Чанше, Чэнду и Сиане. Новаски награждается как национальное высокотехнологичное и "двойное" сертификационное предприятие.

Двухмерный датчик жизни радиолокатора DN-IV представляет собой низкочастотный сверхширокополосный радиолокатор MIMO с технологией обнаружения жизни, запущенный компанией Novasky для быстрого поиска и обнаружения живых организмов в таких аварийных ситуациях, как землетрясение и оползень. Устройство использует технологию MIMO и обладает преимуществами высокой проникающей способности и высокой позиционирующей способности в режиме реального времени для руин. Он может одновременно получать двумерную информацию о координатах нескольких захваченного человека в зоне обнаружения, что способствует точному спасению на месте. Она может широко использоваться в поисковых и спасательных работах в таких отраслях, как пожаротушение, команда USAR, землетрясение, гражданская оборона, электроэнергия, нефтеперерабатывающей, нефтехимической и других отраслей промышленности.



Рисунок 2 - Датчик-радар Novasky

Особенности датчика Novasky:

- сильная проникаемость
- трехмерное позиционирование
- двумерная функция позиционирования в реальном времени
- Высокая чувствительность
- Высокая производительность в реальном времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. - URL: <https://www.fireproductsearch.com/leader-hasty-victim-search-equipment-usar//>(дата обращения: 29.09.2025).
2. - URL: <https://www.fireproductsearch.com/leader-search-life-detectors-usar/>(дата обращения: 29.09.2025).
2. - URL: https://ru.made-in-china.com/co_novasky/product_Novasky-Motion-Sensor-Ultra-Wide-Band-UWB-Radar_uony/(Дата обращения: 29.09.2025).

УДК: 614.847.9

ДЫМОСОС ПОЖАРНЫЙ ПЕРЕНОСНОЙ

Самсоник А.Р., Рацевич А.В., Забрамский С.Н.

Университет гражданской защиты

Устройство включает в себя несколько основных элементов:

- пеногенераторная установка;
- пожарный вентилятор с приводом;
- рукава – напорный, для пены, всасывающий.

Установка входит в пожарный инвентарь автомобилей и помогает в проведении тушения в закрытых пространствах.

Пожарные дымососы используют в основном на пожарах в закрытом пространстве, то есть в домах, административных зданиях, подвалах, складах и пр. Однако наиболее часто устройство применяется при возгораниях в тупиковых помещениях без проемов: аппарат может как заполнить помещение пеной, ликвидировав возгорание, так и «откачать» дым из замкнутого пространства.

Пожарный дымосос используют со следующими целями:

- удаление продуктов горения путем нагнетания свежего воздуха с улицы в горящее помещение или отсасывания дыма из здания;
- тушение пожара при помощи пены высокой кратности.



Рисунок 1 – Дымосос пожарный переносной

По своим размерам дымососы подразделяются на две группы:

Переносные. Распространены в России. Масса и конструкция такого аппарата позволяют его транспортировать и использовать силами одного человека. На корпусе предусмотрена ручка для переноски. При высокой массе оборудование снабжается колесами для транспортировки, крепящимися в основание.

Прицепные. Используются в основном в странах Запада. Как правило, эти массивные установки перевозятся транспортом.

Переносные дымососы также классифицируются по приводу вентилятора. Выделяют несколько видов:

Электроприводные. Наименее распространены из-за своего неудобства на пожаре – устройство нужно подключать к генератору.

Мотоприводные. Работают от топливного бака, входящего в конструкцию аппарата. Удобны в использовании за счет отсутствия каких-либо подключений.

Гидроприводные. В конструкцию устройства входит турбина, куда подается вода по рукавам, за счет чего рабочее колесо приходит в движение. Для использования необходима пожарная автоцистерна.

Качество дымососов должно отвечать нормам, установленным законом. По общим параметрам заявлены следующие требования:

- срок службы устройства не менее 11 лет;

- аппарат должен выдерживать как минимум 40 минут работы без поломок и перегрева;
- время боевой эксплуатации установки до первого капитального ремонта составляет 500 часов;
- обычный дымосос может работать при влажности воздуха до 98% и температуре от -40°C до $+60^{\circ}\text{C}$;
- устройство с рукавами не теряет своей работоспособности при температуре воздуха в 200°C как минимум 30 минут;
- детали устройства покрываются антикоррозийным напылением;
- при весе более чем 30 кг аппарат оснащается колесами для перевозки;
- дымосос не должен давать сбоев в течение 20 минут подачи на него вибрации от 10 до 50 Гц с амплитудой в 0,4 мм;
- к каждому устройству должна быть прикреплена табличка с обозначениями, содержащая символ аппарата, номер ТУ, месяц и год изготовления, заводской номер и товарный знак производителя.

Дополнительные параметры касаются показателей работы устройств и их комплектации:

- вес установки (вместе с заправленным топливным баком) не превышает 50 кг.
- в комплект аппарата должны входить рукава – напорные, всасывающие и для подачи пены (при надобности). Их минимальная длина определяется как 5 м, 10 м и 5 м соответственно.
- мощность приводного двигателя устройства не должна быть меньше 1,1 кВт.

Минимальная подача воздуха – тот объем, который способен нагнетать дымосос за час – зависит от вида аппарата. Для устройств с гидроприводом этот показатель составляет $11\,000\text{ м}^3$, для мотоприводных установок – $9\,500\text{ м}^3$, а для электроприводных – $8\,000\text{ м}^3$.

Норма диаметра проточного сечения дымососа составляет от 40 до 80 см.

Полное рабочее давление аппарата не должно быть меньше 250 Па.

Минимальная подача пены в минуту при кратности от 200 до 800 – не меньше 30 м^3 и не больше 100 м^3 .

Согласно правилам, установленным законом, в базовый комплект оборудования должны входить следующие элементы:

- дымосос;
- рукава (для пены, всасывающий и напорный);
- пеногенераторная установка;
- чехол для ПГУ и рукавов;
- комплект ЗИП;
- перемычка;
- три штанги;
- чехол для штанг и перемычки;
- паспорт;

- руководство по эксплуатации.

Паспорт на пожарный дымосос может быть объединен в один документ с руководством использования.

Тем не менее часто аппарат поставляется в так называемом УКМ (универсальном комплекте механизированном), в который входят:

- отбойный молоток;
- дымосос;
- бензопила;
- пила для резки металла.

Конструкция дымососа может отличаться от одной модели к другой.

Аппарат включает в себя следующие элементы:

Корпус. Представляет собой короб круглой формы с ограничительными решетками.

Питательный элемент. В зависимости от привода, это может быть электродвигатель, топливный бак или водная турбина.

Рукава – напорный, всасывающий и для пены.

Рабочее колесо – вентиль, который создает воздушный поток.

Стойки для надежной фиксации аппарата на земле.

Пеногенерирующее устройство.

Работа с оборудованием разбита на несколько этапов:

Установка на оптимальном расстоянии. Этот показатель зависит от объема проема и способа использования дымососа (с рукавами и без). Общее правило: воздушный поток должен охватывать весь проем и создавать повышенное давление в одной части помещения, чтобы воздух выходил из других проемов. Часто используются два дымососа в противоположных отверстиях здания: один для нагнетания воздуха, другой – для его отсасывания.

Подключение устройства при необходимости, или заправка его топливом. В случае с гидроприводным аппаратом используются два рукава. Один соединяет напорный патрубок насоса с входным отверстием турбины, второй – выходное отверстие турбины с цистерной.

Включение устройства на заданный режим. Аппарат может служить для всасывания дыма, нагнетания воздуха и подачи пены.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://fireman.club/statyi-polzovateley/pozharnyj-dymosos-dpm-dpg-i-drugie/> (Дата обращения:15.10.2025)
2. <https://fireman.club/statyi-polzovateley/dymososyi-dpe-7-6otp-dpe-7-4tsp-tth-i-opisanie/> (Дата обращения:15.10.2025)
3. <https://flamax.shop/presscenter/articles/dymosy-vidy-tehnicheskie-harakteristiki/> (Дата обращения:15.10.2025)
4. <https://www.evromash.ru/catalog/venti/pz/dpe/> (Дата обращения:15.10.2025).

ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ И ДРУГИХ НЕОТЛОЖНЫХ РАБОТ

Сарайкин В.Н.,

Василевич Д.В.

Университет Гражданской защиты

Аварийно-спасательные работы – это неотложные работы в зоне чрезвычайной ситуации по спасанию людей, материальных и культурных ценностей, снижению размеров вреда, причиняемого окружающей среде, а также по локализации чрезвычайной ситуации и ликвидации или уменьшению уровня воздействия опасных факторов, характерных для нее, проводимые в условиях, угрожающих жизни и здоровью людей, для выполнения которых требуются специальная подготовка, экипировка и оснащение спасателей.

Для успешного проведения работ по спасению людей, пострадавших от природных и техногенных катастроф, аварий, пожаров и других ЧС, спасателям-пожарным необходим специальный инструмент – легкий, мощный, малогабаритный, который можно быстро и любым транспортом доставить к месту катастрофы. При этом он должен быть всегда готов к применению, не требовать внешних источников энергии, обладать способностью поднимать и перемещать бетонные плиты и другие строительные конструкции, разрушать металлоконструкции, корпус транспортных средств и выполнять множество других работ (различных по характеру и объему) в сжатые сроки.

Особенно актуальной эта проблема становится при спасении людей, попавших в автомобильную, железнодорожную или авиационную катастрофу, также при ликвидации ЧС техногенного и природного характера когда пострадавшего извлечь подручными средствами невозможно, а подчас и опасно. Применение гидравлического инструмента при ликвидации ЧС в Республике Беларусь актуально для спасательных работ, таких как извлечение пострадавших из искореженных автомобилей и разборка завалов. Применение гидравлического инструмента:

Транспортные аварии: Использование гидравлических ножниц и расширителей для разрезания металлических конструкций автомобилей и извлечения пострадавших.

Спасательные операции: Работа с завалами, разборка обрушившихся конструкций в зданиях с помощью гидравлического инструмента.

Многофункциональность: Гидравлический инструмент позволяет выполнять различные операции: разрезание, разжимание, отжим, пробивка и разрыв.

При проведении спасательных работ используются комплекты и наборы аварийно-спасательного инструмента с гидравлическим приводом.

По функциональным возможностям весь рабочий ГАСИ можно подразделить на четыре разновидности:

- универсальный, который может выполнять различные операции (перекусывать арматуру, раздвигать плиты, перемещать различные тяжести и т.д.);
- специальный (для каждой конкретной операции свой инструмент);
- комбинированный (единый агрегат, в котором совмещены различные функции, в том числе гидравлического насоса);
- специализированный (выполнение определенной операции с конкретным видом продукции, элементов строительных конструкций и транспортных средств).



Рисунок 1 – Гидравлический аварийно-спасательный инструмент

Комплекты и наборы аварийно-спасательного инструмента комплектуются кусачками (ножницами), разжимами (расширителями), разжимкусачками (комбинированным инструментом), домкратами (цилиндрами), насосными станциями, катушками и шлангами, дополнительными принадлежностями и комплектующими. Для расширения возможностей ГАСИ в комплект включают наборы цепей, специальные крюки, скобы, трубки и упоры.

Резак разжим Холматро СТ 4150 С и гидравлический домкрат Холматро РА 4331 (С) является частью стандартной экипировки подразделений МЧС РБ.

Резак разжим Холматро СТ 4150 С - универсальный спасательный инструмент сочетает резак и разжим в одном устройстве.

Размеры (Длина х Ширина х Высота) - 787 х 270 х 202 мм;
Наибольшее усилие: резания - 38,8 тонны, разжима - 21,5 тонны.
Максимальное рабочее давление - 720 бар
Максимальное раскрытие лезвий для разжима - 360 мм
Максимальное усилие разжима - 21,5 т
Максимальное раскрытие лезвий для резания - 229 мм
Режущее усилие - 38,8 т
Усилие разжима - 7,8 т
Усилие стягивания - 5,2 т
Рабочий вес - 14,2 кг

Преимущество такого инструмента состоит в том, что разжатие, подъём, сжатие и резка могут осуществляться без смены инструмента. Однако максимально возможная нагрузка для комбиинструментов меньше, чем для специализированных резаков и разжимов. Это означает, что в некоторых ситуациях всё-таки следует применять специализированные инструменты.

Гидравлический одноштоковый домкрат RA 4331 С Холматро представляет собой высокотехнологичное спасательное оборудование, разработанное для профессионального применения при ликвидации последствий ДТП. Оборудование сохраняет работоспособность при температурах от -20°C до +55°C, гарантируя надежность в различных климатических условиях.

Этот инструмент демонстрирует превосходные результаты при проведении спасательных операций, особенно в ситуациях, требующих точного контроля над процессом деформации конструкций. Домкрат идеально подходит для работы с приборными панелями и выполнения сложных манипуляций по выдавливанию элементов конструкции в разных плоскостях.

Гидравлический ход - 350мм;
Усилие расширения - 161 кН / т;
Модель – CORE;
Количество плунжеров- 1;
Максимальное рабочее давление - 720 бар
Длина в сложенном состоянии – 612 мм;
Максимальное тяговое усилие - 50 кН / т;
Максимальная длина 962 мм;
Масса 12,6 кг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гидравлический аварийно-спасательный инструмент / Сетевое издание «Fireman.club» [Электронный ресурс]. – 2015-2023. Режим доступа: <https://fireman.club>. – Дата доступа: 05.07.2023.

2. Holmatro Rescue Equipment / Holmatro [Электронный ресурс]. – 2023. Режим доступа: <https://www.holmatro.com>. – Дата доступа: 05.07.2023.

АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СПАСЕНИЯ ПОСТРАДАВШИХ НА ВЫСОТАХ

Симонов А.Е., Гаврошко В.С., Минаков П.А.

Университет гражданской защиты

Современный арсенал аварийно-спасательного оборудования для работы на высотах представляет собой комплекс специализированных средств, которые можно классифицировать по назначению, принципу действия и контингенту спасения. Его эффективное применение позволяет проводить операции в широком диапазоне условий — от массовой эвакуации из многоэтажных зданий до спасения конкретного человека из труднодоступной точки.

1. Классификация средств спасения по функциональному назначению и мобильности:

1.1. Автолестницы (АЛ) и автоподъемники (АПК) — это основа мобильного группового спасения. АЛ обеспечивают быстрый подъем спасателей и эвакуацию пострадавших по жесткой или коленчатой конструкции, а АПК с люлькой позволяют работать в сложных условиях, точно снимая людей с фасада, включая тех, кто не может эвакуироваться самостоятельно.

1.2. Стационарные и ручные пожарные лестницы (штурмовые, трехколенные) используются преимущественно для доступа пожарных и спасателей в зону ЧС, а также для эвакуации на смежные балконы или этажи в пределах своей длины.

1.3. Канатно-спусковые устройства (КСУ) — это наиболее универсальный инструмент для эвакуации с большой высоты (до 150 м и более). Они делятся на: автоматические (например, "Моноспас", "Десантер"): и с ручным управлением (например, на основе спусковых устройств "восьмерка" или "лепесток"). Автоматическое КСУ обеспечивает постоянную безопасную скорость спуска, не требуя от эвакуируемого или спасателя специальных навыков, что критически важно для спасения детей, пожилых людей и лиц в состоянии паники. В свою очередь КСУ с ручным управлением требует от спасателя высокой квалификации и физической подготовки, применяются для спуска подготовленных специалистов или пострадавших под их контролем.

1.4. "Куб жизни" и другие надувные спасательные устройства относятся к средствам немедленного реагирования. Они разворачиваются за секунды и предназначены для спасения прыжком с высот до 20-25 метров.

Их ключевое преимущество - возможность спасти человека в критической ситуации, когда другие способы недоступны (например, при сильном пламени).

1.5. Спасательные рукава - гибкие трубчатые конструкции, в которые человек попадает и скатывается вниз. Они обеспечивают очень высокую скорость групповой эвакуации, так как не требуют застегивания обвязок. Бывают жесткие (для спуска) и комбинированные (позволяют как подниматься, так и спускаться).

2. Критерии выбора оборудования спасателем в зависимости от оперативной обстановки:

2.1. В зависимости от высоты: для массовой эвакуации с 5-10 этажей применяются автолестницы, спасательные рукава и трапы. Для точечного спасения с высоты 50+ этажей оптимальны стационарные автоматические КСУ, установленные на крыше.

2.2. В зависимости от физического состояния спасаемых (наличие травм, паническое состояние или отсутствие сознания).

2.3. В зависимости от погодных условий (сильный ветер, задымление и наличие открытого огня).

2.4. В зависимости от необходимой скорости эвакуации ("Куб жизни" и спасательные рукава разворачиваются быстрее, чем устанавливается и фиксируется автолестница или навешивается сложная канатная система).

3. Факторы, определяющие эффективность применения спасательного оборудования.

3.1. Техническая оснащенность и технологичность: Наличие автоматических систем (типа "LIFE LINE"), обеспечивающих контролируемый спуск с постоянной скоростью, кардинально повышает безопасность и скорость операции. Современные материалы (кевлар, высокопрочные сплавы) делают оборудование легче и надежнее.

3.2. Подготовка и выучка персонала: Сложное оборудование (ручные КСУ, веревочные комплексы) превращается в эффективный инструмент только в руках обученного и регулярно тренирующегося спасателя. Отработка нормативов по разворачиванию и взаимодействию является ключевым элементом успеха.

3.3 Интеграция средств: Максимальная эффективность достигается при комбинированном использовании техники. Например, автоподъемник доставляет спасателя к окну, тот с помощью индивидуального спасательного комплекта фиксирует пострадавшего и организует его спуск по канатной системе, развернутой с крыши.

Вывод: таким образом, аварийно-спасательное оборудование для работы на высотах представляет собой не просто набор инструментов, а сложную, дифференцированную и взаимодополняющую систему. Ее грамотное применение, основанное на точной оценке обстановки и глубоком знании возможностей каждой единицы техники, позволяет гибко и эффективно реагировать на любые чрезвычайные ситуации, минимизируя риски как для пострадавших, так и для спасателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Министерства труда и социальной защиты от 6 февраля 2025 г. № 11 “Об утверждении правил по охране труда при выполнении работ на высоте”. С.7-10.
2. Приказ Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 16.06.2022 “Правила безопасности в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь”. С.127.
3. Технический регламент таможенного союза от 9 декабря 2011 №878 “О безопасности средств индивидуальной защиты”. С.6.

ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Симонов А.Е., Гаврошко В.С., Чечётко И.А.

Университет гражданской защиты

История аварийно-спасательного оборудования уходит корнями в глубокую древность, когда первые попытки спасения людей и имущества при пожарах и других бедствиях осуществлялись с помощью простейших приспособлений – вёдер, лестниц и ручных насосов. В XIX веке началось активное развитие пожарной техники: появились первые паровые пожарные насосы, а позже – автомобили с цистернами для воды и пеной. В 1961 году американец Джордж Хёрст создал прототип современного гидравлического аварийно-спасательного инструмента, который стал основой для разработки кусачек, разжимов и других устройств, широко используемых сегодня при ликвидации последствий ДТП и других ЧС.

С развитием промышленности и технологий аварийно-спасательное оборудование стало более сложным и эффективным: появились специализированные машины, робототехника, мобильные диагностические комплексы и средства для работы в экстремальных условиях. Сегодня аварийно-спасательное оборудование — это неотъемлемая часть системы обеспечения безопасности и ликвидации чрезвычайных ситуаций, объединяющая инновации и многолетний опыт.

Одним из ярких примеров современных инноваций в этой области являются дистанционно управляемые роботизированные комплексы, предназначенные для работы в условиях, опасных для человека. В частности, робот BROKK 330 представляет собой передовую разработку, которая кардинально расширяет возможности по ликвидации чрезвычайных ситуаций благодаря высокой маневренности, мощности и универсальности. В дальнейшем будет рассмотрена конструкция, технические характеристики и сферы применения робота BROKK 330 в аварийно-спасательных операциях.

Робот BROKK 330 представляет собой компактный и мощный дистанционно управляемый демонтажный и разрушительный комплекс, предназначенный для работы в ограниченных и опасных для человека пространствах. Он оснащен дизельным двигателем, что обеспечивает автономную работу без необходимости подключения к электросети, что особенно важно в условиях чрезвычайных ситуаций.



Рисунок 1 – «BROKK 330»

Конструкция робота включает трехсекционный манипулятор с возможностью эффективного управления навесным оборудованием массой до 550 кг. Шасси робота защищены кожухами для предотвращения повреждений, а в условиях высоких температур возможно использование стальных гусениц. Поворотная платформа с радиусом 360 градусов обеспечивает отличную устойчивость и маневренность машины. Цифровая система управления с пультом дистанционного управления и отдельным дисплеем позволяет оператору отслеживать состояние техники и оперативно менять навесное оборудование.

Технические характеристики BROKK 330 включают транспортную длину около 4 метров, ширину в сложенном состоянии 1.5 метра, и рабочий вылет стрелы до 6.5 метров. Максимальная скорость движения достигает 2.1 км/ч, а способность преодолевать уклоны до 30 градусов позволяет эффективно работать на сложных рельефах. Двигатель имеет мощность порядка 50 кВт, а гидравлическая система с давлением до 25 МПа обеспечивает высокую производительность при использовании инструментов для демонтажа и разрушения.

Сферы применения робота BROKK 330 в аварийно-спасательных работах весьма разнообразны. Он используется для разборки завалов, укрепления неустойчивых конструкций, выполнения демонтажных и ремонтно-восстановительных работ в условиях, опасных для жизни спасателей. Робот способен перемещать и нагружать элементы завалов, собирать и транспортировать радиоактивные и опасные отходы, что делает его незаменимым в ликвидации последствий аварий на промышленных объектах, в пожарных операциях, а также при работе в разрушенных зданиях и труднодоступных местах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гидравлический аварийно-спасательный инструмент. История создания ГАСИ. – Режим доступа: <http://portal.edufire37.ru/articles/113>;
2. Краткий очерк об истории развития пожарной техники – Режим доступа: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/kratkiy-ocherk-istorii-razvitiya-pozharnoy-tehniki/>;

3. Применение машин. – Режим доступа:
<https://www.brokk.kz/arenda/primenenie-mashin.html>;
4. Техника для демонтажа. – Режим доступа:
https://exkavator.ru/excapedia/technic/brokk_330;

УДК 614.8.002.5

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ДТП

Слесаренко А.А.

Университет гражданской защиты

Дорожно-транспортным происшествием называется ситуация, возникшая в процессе движения механических транспортных средств и повлекшая за собой гибель или телесные повреждения людей, либо повреждения транспортных средств, грузов, дорог, дорожных и других сооружений или иного имущества [1].

Бурное развитие транспортных средств, а также безопасности и надежности их конструкции означает, что как методы эвакуации пострадавших в ДТП, так и соответствующее аварийно-спасательное оборудование должны быстро изменяться в соответствии с прогрессом автомобильной промышленности. Это связано с тем, что каждый случай эвакуации пострадавших является в своем роде уникальным, а в некоторых ситуациях приведенные методы не являются достаточно эффективными. Некоторые усовершенствования конструкции современных транспортных средств впечатляют нас больше чем другие, но необходимо выделить общие отличия, связанные с производством современных автомобилей [2].

Для проведения АСР при ликвидации последствий ДТП применяются различные гидравлические, пневматические, механические и ручные инструменты, электрическое оборудование [3].

Гидравлические аварийно-спасательные инструменты (ГАСИ) используются при стабилизации, разборке и подъеме (приподнимании) поврежденного автомобиля. Данные операции выполняются с помощью различных типов ГАСИ: резачков, ножниц, разжимов, ножниц, разжимов, силовых цилиндров и домкратов [1].

Могут использоваться такие ГАСИ как: резак гидравлический, ножницы гидравлические, разжим гидравлический, резак-расширитель гидравлический, гидравлическая стойка(опора), домкрат гидравлический, а также насосная станция.

Резак гидравлический может использоваться для разрезания элементов транспортного средства (ТС) и удаление определенных элементов его

конструкции. Резаки могут быть использованы для профильной резки (ослабления) конструкции, которая позволяет смещать элементы оборудования ТС при работах по сдвигу приборной панели вперед или при подъеме крыши [3].

Резаки Holmatro NCT создают большие усилия и имеют отличные показатели по стандартам EN и NFPA. Но главное, что действительно важно, это лучшая производительность на реальных автомобилях во время спасательных операций [4].

Ножницы предназначены для резки поверхности кузова автомобиля. При использовании данный инструмент располагается как можно глубже в перерезаемой конструкции. В ходе резки инструмент может поворачиваться в любом направлении, следуя линии наименьшего сопротивления ТС [2].

Разжим гидравлический имеет три основные функции: расширение, сдавливание и стягивание. Может разрушать или сдавливать металлические элементы, создавая слабые и хрупкие точки или зоны для последующего резания, а также позволяет раздвигать элементы в разные стороны. Стягивание выполняется с помощью использования крюковых адаптеров на наконечниках соответствующих инструментов, что позволяет стягивать элементы, сближая их [3]. Разжимы PENTHEON - этот самый быстрый спасательный инструмент имеет бесступенчатое управление скоростью. Для точного контроля скорости рукоятка управления имеет два режима работы [4].

Домкрат гидравлический используется для выдавливания фрагментов ТС наружу, стабилизация или подъем (приподнимание) поврежденного ТС. Некоторые модели имеют телескопическую конструкцию, что дает возможность значительно увеличить длину хода штоков при малых их габаритах и установке в ограниченных пространствах, имеют сменные головки, что позволяет использовать дополнительные насадки и для других операций вместе с тяговыми крюками и цепями [3].

Гидравлическая станция используется для подачи энергоносителя в инструменты [3].

Таким образом, гидравлический аварийно-спасательный инструмент (ГАСИ) является не просто техническим оснащением, а ключевым фактором, определяющим успех проведения аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий ДТП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник спасателя. Книга 11. Аварийно-спасательные работы при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий. -М.: 2002, 161 с.
2. Моррис, Б. Холматро. Техника спасения из автомобилей / Б. Моррис. – Раамсдонксвеер : Holmatro Rescue Equipment, 2004. – 124 с.
3. Коваленко, А. В. Технические средства для ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий / А. В. Коваленко, В. И. Позняк // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2017. – № 2 (55). –

- С. 97–105. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnicheskie-sredstva-dlya-likvidatsii-posledstviy-dorozhno-transportnyh-proisshestviy> (дата обращения: 04.11.2025).
4. HOLMATRO спасательные инструменты. Каталог, январь 2022
[Электронный ресурс] / Holmatro. – Раан-ан-де-Маас : Holmatro, 2022. –
Режим доступа: <http://holmatro.ru/catalogs/rescue-tools2022.pdf>. – Загл. с
экрана. – Яз. рус., англ

СЕКЦИЯ 3

БЕСПИЛОТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ ВОДОХРАНИЛИЩ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Веремеев Э.Э., Кобяк В.В.

Университет гражданской защиты

Создание водохранилищ оказывает значительное воздействие на прибрежные территории, что выражается в развитии различных негативных процессов. Например, гидродинамическое воздействие на берега (ветровое волнение, течения, колебания уровней, ледовые явления) вызывает развитие эрозионно-абразионных процессов [1,2]. Однако, наряду с процессами деформации береговой линии водохранилищ изменения гидрогеологических условий, обусловленных подпором подземных вод, подтоплением и заболачиванием прибрежных территорий.

Современные технологии дистанционного зондирования, в частности применение БЛА, всё чаще используются в Республике Беларусь для экологического мониторинга, включая оценку состояния береговой линии водохранилищ и прибрежных зон. Это позволяет оперативно выявлять процессы эрозии, подтопления и деградации берегов, а также оценивать влияние водохранилищ на прилегающие территории.

При наполнении водохранилища, поднимающийся уровень водной поверхности оказывает значительное давление на водоносные горизонты в береговых склонах. Под действием гидростатического давления со стороны водоема сток (движение) подземных вод в подпертую реку прекращается.

Применение БЛА для мониторинга береговой линии имеет ряд существенных достоинств:

1. Высокая пространственная детальность: получение ортофотопланов и цифровых моделей местности с разрешением до нескольких сантиметров.
2. Оперативность: возможность проведения съёмки в короткие сроки и в труднодоступных местах.

3. Экономическая эффективность: значительно ниже стоимость по сравнению с пилотируемой авиацией или спутниковыми съёмками при необходимости частого мониторинга.

4. Гибкость и автономность: возможность многократного запуска в зависимости от погодных условий и динамики исследуемых процессов.

5. Интеграция с геоинформационными системами: собранные данные легко интегрируются в геоинформационные системы для анализа изменений береговой линии во времени.

Использование БЛА в Республике Беларусь для оценки состояния береговой линии водохранилищ представляет собой перспективное и научно обоснованное направление, способствующее эффективному управлению водными ресурсами и предотвращению негативных экологических последствий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Левкевич, В. Е. Инженерная защита и мониторинг прибрежной зоны водохранилищ Беларуси / В. Е. Левкевич. – Минск: Право и экономика, 2020. – 152 с.

2. Левкевич, В. Е. Оценка сооружений инженерной защиты, систем водоснабжения и водоотведения средствами дистанционной диагностики // В. Е. Левкевич, А. В. Бузук, В. А. Лосицкий, В. А. Мильман, С. В. Решетник, Ф. Н. Саидов / Сборник Трудов науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию создания Брестского государственного технического университета. 6–7 октября 2021 г. – Брест, БрГТУ. – 2021. – С. 45–54.

УДК 629.7-519:614.81

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ СПАСЕНИИ ПОСТРАДАВШИХ НА ВОДАХ

Власов К.А., Гусев А.С.

Университет гражданской защиты

Проблема обеспечения безопасности на водах и спасения пострадавших является одной из наиболее острых в мире, ежегодно уносящей тысячи жизней. Традиционные методы поиска и спасения часто сталкиваются с ограничениями, связанными с низкой скоростью обнаружения, сложностью доступа к удаленным или опасным участкам, риском для жизни спасателей и недостаточной видимостью в условиях плохой погоды или ограниченного освещения. В этом контексте,

беспилотные летательные аппараты (БПЛА), или дроны, представляют собой революционный инструмент, способный кардинально повысить эффективность, скорость и безопасность операций по спасению пострадавших на водных объектах.

Применение БПЛА при спасении пострадавших на водах обусловлено рядом неоспоримых преимуществ и уникальных функциональных возможностей:

Скорость и охват территории:

БПЛА способны быстро покрывать значительные акватории, недоступные для человека или традиционных плавсредств, таких как труднопроходимые зоны, мелководье, участки с высокой растительностью или завалы после наводнений.

Их высокая скорость полета позволяет оперативно реагировать на сообщения о происшествии, сокращая критически важное "золотое время" для спасения.

Повышение безопасности спасателей:

Использование дронов для первичного поиска и оценки ситуации минимизирует риски для спасателей, отправляя их в опасные зоны (сильное течение, низкая температура воды, районы загрязнения) только после получения полной и достоверной информации.

БПЛА могут выполнять задачи в условиях, слишком опасных для человека, например, во время шторма или паводка.

Точность обнаружения и оценки ситуации:

Оснащенные оптическими, тепловизионными и мультиспектральными камерами, БПЛА могут обнаруживать человека в воде, под водой (при достаточной прозрачности) или среди обломков даже в условиях плохой видимости (туман, ночь, сумерки).

Тепловизоры особенно эффективны для поиска людей в условиях низкой температуры воды или ночью, выявляя тепловой след человека на фоне окружающей среды.

Мультиспектральные камеры могут использоваться для оценки загрязнения воды или обнаружения нефтяных пятен.

Камеры высокого разрешения позволяют в реальном времени транслировать видеоизображение в командный центр, обеспечивая оперативное принятие решений и координацию действий спасательных групп.

Оперативная доставка средств спасения:

Современные БПЛА, оснащенные системами сброса груза, могут доставлять пострадавшим на воде легкие спасательные средства: надувные жилеты, спасательные круги, аптечки, тросы или буи. Это особенно важно, когда спасатели не могут немедленно добраться до пострадавшего, но необходимо удержать его на поверхности или обозначить местонахождение.

Подобная "предварительная" помощь значительно увеличивает шансы на выживание до прибытия основной спасательной команды.

Мониторинг, координация и коммуникация:

БПЛА могут осуществлять постоянный мониторинг больших участков побережья или акваторий, предупреждая потенциально опасные ситуации.

Они служат эффективным инструментом для координации действий нескольких спасательных команд, предоставляя общую картину происходящего и оптимальные маршруты подхода.

Некоторые модели оснащены громкоговорителями для двусторонней связи с пострадавшими или подачи инструкций, а также мощными прожекторами для ночных операций.

Применение беспилотных летательных аппаратов при спасении пострадавших на водах – это не просто перспективное направление, а стратегическая необходимость в условиях современного мира, где природные и техногенные катастрофы становятся всё более непредсказуемыми. БПЛА предлагают беспрецедентные возможности для повышения оперативности, безопасности и эффективности спасательных операций, значительно увеличивая шансы на выживание пострадавших.

Для полной реализации этого потенциала требуется комплексный подход, включающий дальнейшие технологические разработки, создание адекватной правовой и нормативной базы, разработку стандартизированных протоколов применения, а также инвестиции в обучение и оснащение спасательных служб. Только при условии системной интеграции и преодоления существующих вызовов, БПЛА смогут в полной мере раскрыть свой трансформационный потенциал, став незаменимым элементом глобальной системы водного спасения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воздушный кодекс Республики Беларусь – Кодекс Республики Беларусь от 16 мая 2006 года № 117-З.
2. Авиационные правила организации и выполнения полётов государственных воздушных судов Республики Беларусь – утверждены Постановлением Министерства обороны Республики Беларусь от 06.07.2022 г. № 33.
3. Козлов, Д. Н. Опыт использования квадрокоптеров при проведении поисково-спасательных операций на водных объектах МЧС Беларуси / Д. Н. Козлов, Е. О. Сидорова // Чрезвычайные ситуации: образование и наука. – 2023. – № 1.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ РАЗВЕДКИ

Гаврошко В.С., Симонов А.Е., Федькович В.А.

Университет гражданской защиты

Одним из перспективных направлений, где может быть использованы беспилотные летательные аппараты (далее БЛА) в Республике Беларусь является радиационная разведка местности. Информация о наземной радиационной обстановке является важнейшим исходным элементом планирования мероприятий МЧС. Эта информация для своевременного и быстрого планирования должна быть достоверной, поступать в полном объеме и в кратчайший срок. В связи с этим необходимо иметь непрерывную информацию о радиационной обстановке, данные о которой можно получить по результатам прогнозирования и по данным фактической радиационной разведки.

Начиная с 2000 г. научно-производственным унитарным предприятием «Атомтех» создаются и выпускаются приборы и аппаратура для ядерных измерений и радиационного контроля, значительная часть из которых может эффективно использоваться в составе современных беспилотных средств воздушной радиационной разведки.

Перечень решаемых при этом задач включает обнаружение источников ионизирующего излучения, измерение мощности дозы гамма-излучения на высоте полета с последующим приведением полученных данных к уровню 1 м от поверхности объекта, идентификацию радионуклидного состава, а также оценку плотности загрязнения радионуклидом Cs-137.

К основным факторам, определяющим необходимость создания и применения комплексов с БЛА для решения задач радиационной и химической разведки, относятся:

- повышение эффективности решения задач, прежде всего по дальности и оперативности;
- отсутствие технических и психофизиологических ограничений на применение в особо сложных и опасных условиях;
- сведение к минимуму опасности для личного состава, в ходе решения важных задач, с риском облучения (отравления);
- значительно меньшая в сравнении с пилотируемыми самолетами и вертолетами (а также -----наземными комплексами РХБ разведки) стоимость разработки, производства и эксплуатации материальной части.

Комплексы с БЛА, при решении задач радиационной и химической разведки, предназначены для оперативного ведения радиационной и химической разведки, отбора проб и обеспечения передачи данных разведки в автоматизированную систему управления силами и средствами.

Исходя из задач, которые могут быть поставлены, предлагается два варианта и четыре способа воздушной радиационной и химической разведки:

Варианты:

1. Обзорная радиационная и химическая разведка – определение только наличия радиоактивности или отравляющих веществ (без определения количественных и качественных показателей);

2. Детальная радиационная и химическая разведка – с определением границ заражения, мощностей доз или типа ОВ и его концентрации.

Способы:

1. Облёт района по заранее намеченному маршруту с периодическим изменением курса на 180° и смещением в направлении среднего ветра параллельных участков маршрута через заданные интервалы;

2. Облёт района по заранее намеченному маршруту со снятием показаний приборов над участками местности, на которых возможно расположение элементов объектов, определяющих возможность их функционирования или которые определяют возможность использования данного района;

3. Полёт по указанному маршруту (району) с зависанием в контрольных точках;

4. Полёт по указанному маршруту (району), включающему контрольные точки посадки для отбора проб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казаков, Б. В. Применение беспилотных летательных аппаратов при оценке радиационной обстановки / Б. В. Казаков, Н. Н. Баев, С. В. Прибылев // Беспилотные аппараты «БПЛА – 2024» : сборник статей Междунар. молодежного форума, Минск, 22–26 апреля 2024 г. - Минск : БГТУ, 2024. – С.4.

2. Применение беспилотных летательных аппаратов вертолётного типа при организации воздушной радиационной и химической разведки/Э.Н. Бакин, А.Н. Петрикин, Д.Г. Колесов, «воздушно-космические силы. теория и практика» - 2017 – С.8.

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ СПАСЕНИЯ ЖИЗНЕЙ НА ВОДЕ

Гаврошко В.С., Симонов А.Е., Шавлюк Е.М.

Университет гражданской защиты

Использование беспилотных летательных аппаратов (далее БЛА) в водных спасательных операциях становится все более важным инструментом для быстрого реагирования и эффективного спасения людей, оказавшихся в опасности на воде. БЛА могут быстро локализовать местоположение жертв и доставлять им жизненно важные средства, пока прибывают наземные спасательные службы.

Преимущество использования БЛА в водных спасательных операциях:

- быстрое реагирование - БЛА могут быстро достигать места происшествия, сокращая время между вызовом и началом спасательной операции.
- улучшенная видимость - камеры БЛА предоставляют спасателям панорамный обзор ситуации, помогая быстро обнаружить пострадавших.
- доставка помощи - БЛА могут перевозить и сбрасывать спасательные средства, такие как спасательные круги или медикаменты, прямо к пострадавшим.
- координация – информация с БЛА помогает спасательным службам скоординировать свои действия для более эффективного реагирования.

Технологии БЛА, используемых в спасательных операциях:

- инфракрасные камеры – тепловизионные камеры помогают обнаруживать пострадавших в воде даже в темноте или плохих погодных условиях.
- системы GPS – точное определение местоположения жертв с помощью GPS-навигации обеспечивает быстрый и эффективный поиск.
- высокоточные сенсоры - датчики, измеряющие скорость ветра, течений и высоту волн, помогают оценивать опасность ситуации.

Примеры успешных спасательных операций с использованием БЛА:

- шторм на Кипре – в 2020 году БЛА помог обнаружить и спасти группу пловцов, которых унесло в открытое море во время шторма.

- наводнение в Индии – во время сильных наводнений в 2021 году БЛА доставляли спасательные жилеты и продукты питания людям, оказавшимся отрезанными от суши.

- поиск пострадавших на воде - многократно БЛА помогали быстро обнаруживать людей, упавших за борт кораблей или лодок.

Подготовка и обучение персонала для использования БЛА в спасательных операциях:

- пилотирование БЛА - спасатели должны пройти специальное обучение по управлению БЛА.

- использование технологий - важно обучить персонал работе с различными датчиками и камерами БЛА для эффективного анализа ситуации.

- протоколы реагирования - спасатели должны четко знать алгоритмы действий при получении сигнала бедствия и координации со службами.

- совместные учения - регулярные совместные тренировки спасателей и пилотов БЛА повышают слаженность действий в реальных операциях.

Правовые и этические аспекты использования БЛА в спасательных операциях:

- нормативная база - необходимо соблюдать законодательные требования к применению БЛА, включая правила полетов.

- безопасность - необходимо обеспечить безопасность полетов БЛА, чтобы не подвергать опасности пострадавших и спасателей.

- этические принципы - использование БЛА должно основываться на принципах гуманности, пропорциональности и минимизации вреда.

- общественное доверие - важно информировать население о применении БЛА в спасательных операциях, чтобы заручиться поддержкой.

Перспективы развития БЛА для водных спасательных операций:

- автономность - БЛА с улучшенными системами искусственного интеллекта смогут самостоятельно принимать решения и координировать спасательные действия.

- дальность полета - увеличение продолжительности полета позволит БЛА обследовать большие акватории и оперативно реагировать на происшествия.

- многофункциональность - интеграция дополнительных средств, таких как громкоговорители и спасательные модули, сделает БЛА более универсальными.

Будущее применения дронов для спасения жизней на воде:

- эффективность - БЛА уже доказали свою эффективность в спасательных операциях, сокращая время реагирования и увеличивая вероятность успешного спасения.
- безопасность - использование БЛА позволяет снизить риски для спасательных команд, которые могут действовать на безопасном расстоянии.
- перспективы - развитие технологий БЛА будет способствовать дальнейшему совершенствованию водных спасательных операций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Как дроны помогают спасателям искать людей и тушить пожары [Электронный ресурс] // Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://mchs.gov.by/glavnoe/493118/>.
2. Как беспилотная авиация помогает спасателям увидеть всю картину чрезвычайных ситуаций с неба // Первый информационный News-BY. – Режим доступа: <https://news.by/news/obshchestvo/kak-bespilotnaya-aviatsiya-pomogaet-spasatelyam-uvidet-vsyu-kartinu-chrezvychaynykh-situatsiy-s-neba>.
3. Как применяют дроны в Беларуси уже сегодня // SB.BY. Беларусь сегодня. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/pomoshch-svyshe.html>.
УДК 614.818

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО ДЕЗИНФЕКЦИИ

Гаврошко В.С., Симонов А.Е., Доронин Д.В.

Университет гражданской защиты

Дезинфекция – это комплекс мероприятий, направленный на уничтожение возбудителей инфекционных заболеваний и разрушение токсинов на объектах внешней среды для предотвращения попадания их на кожу, слизистые и раневую поверхность. Является одним из видов обеззараживания.

С началом пандемии вируса Covid-19 использование беспилотных летательных аппаратов (далее БЛА) для борьбы с вирусом стало весьма эффективным

С целью минимизации задействования рабочего персонала медицинских подразделений предлагается способ дезинфекции с использованием беспилотных летательных аппаратов. Беспилотный летательный аппарат (однороторный дрон – беспилотный вертолет) представляет собой искусственный мобильный объект многоцветного

пользования, не имеющий на борту экипаж, и способный самостоятельно целенаправленно перемещаться в воздухе для выполнения различных задач (транспортных, разведывательных и др.). Однороторный дрон позволит проводить дезинфекцию в автоматизированном режиме и значительно сократит задействование личного состава на дезинфекцию, для чего необходимо оборудовать его управляющей программой и баллонами с дезинфицирующим средством. Программа задаёт направление беспилотному летательному аппарату с помощью GPS, что позволяет ему самостоятельно перемещаться по улицам и опрыскивать дезинфицирующим средством значительные площади.

Китай как первая страна, столкнувшаяся с COVID-19, начал использовать дроны для борьбы с эпидемией раньше всех. Беспилотники, которые в Китае изначально использовали для распыления пестицидов в сельском хозяйстве, во время эпидемии адаптировали для дезинфекции. Дроны обрабатывали некоторые общественные места и транспорт, который перемещался между пострадавшими районами. Так как коронавирус в большинстве случаев передаётся воздушно-капельным путём и через поверхности, это помогло снизить риск заражения.

Чтобы проводить операции максимально безопасно, XAG Technology, DJI Agriculture, Китайская ассоциация распределения сельскохозяйственной техники, Китайский сельскохозяйственный университет, Исследовательский центр медицинского оборудования и другие организации, участвующие в дезинфекции, совместно разработали и опубликовали серию руководств и технических спецификаций для местных властей.

Другой китайский производитель БЛА, компания DJI, адаптировала свои сельскохозяйственные беспилотники Agras для распыления дезинфицирующих средств. Специалисты компании обработали территорию площадью около 3 млн квадратных метров в Шеньчжэне, включая жилые районы, фабрики, больницы, очистные сооружения и т.д. Кроме того, компания помогла 1000 округам в Китае перенять метод дезинфекции с помощью БЛА. По оценке представителей DJI, дезобработка с использованием беспилотников проходит в 50 раз быстрее, чем традиционными способами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Как мир борется с пандемией с помощью дронов [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.cossa.ru/trends/267257/>.
2. Способ использования беспилотных летательных аппаратов для проведения дезинфекции [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://web.snauka.ru/issues/2022/04/98100>.
3. БПЛА для пожарных и спасателей [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://birlab.ru/scopes/bpla-dlya-pozharnykh-i-spasateley/>.

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Гаврошко В.С., Симонов А.Е.

Университет гражданской защиты

Одно из более эффективных направлений - применение беспилотных летательных аппаратов (БЛА) при проведении мероприятий предупреждения и ликвидации ЧС. Беспилотный летательный аппарат – самолет или вертолет, управляемый оператором при помощи радиосвязи на удаленном расстоянии, или автономно с применением специальной полетной программы. Их возможности во многом зависят от такого параметра, как высота полета.

БЛА могут найти широкое применение для решения специальных задач, когда использование пилотируемой авиации и работников Министерства по чрезвычайным ситуациям невозможно или экономически невыгодно: определение последствий стихийных бедствий и катастроф, выявление очагов лесных пожаров, выполнение поисковых и других работ.

Применение БЛА позволяет дистанционно, без участия человека и без подвергания его опасности, проводить мониторинг ситуации на достаточно больших территориях в труднодоступных районах.

Можно выделить следующие преимущества БЛА:

- осуществляют полеты при различных погодных условиях;
- проводят воздушный мониторинг в труднодоступных и удаленных районах;
- позволяют предотвращать ЧС при регулярном наблюдении;
- обнаруживают ЧС (лесные пожары, горение торфяников) на ранних стадиях;
- исключают риск для жизни и здоровья работников Министерства по чрезвычайным ситуациям.

Беспилотный летательный аппарат предназначен для решения следующих задач на территории Республики Беларусь:

- беспилотный дистанционный мониторинг лесных массивов с целью обнаружения лесных пожаров;
- мониторинг и передача данных по радиоактивному и химическому заражению местности и воздушного пространства в заданном районе;
- мониторинг состояния транспортных магистралей, нефте- и газопроводов, линий электропередач и других объектов;

- определение точных координат районов ЧС и пострадавших объектов.

Задачи для применения беспилотных летательных аппаратов можно классифицировать на условные четыре основные группы:

- обнаружение ЧС;
- участие в ликвидации ЧС;
- поиск и спасение пострадавших;
- оценка ущерба от ЧС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Липатов В.Д., Кишалов А.Е. ПРИМЕНЕНИЕ БПЛА В ЗАДАЧАХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МЧС. Журнал «Технические науки Молодежный Вестник УГАТУ» № 1 (13). Май, 2015 г. С. 74-79

2. Вашкевич Ю. В., Титов О. В. Опыт использования беспилотных летательных аппаратов при ликвидации чрезвычайных ситуаций. ГУО «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь С. 36-37

ПРИМЕНЕНИЕ ПОДВЕСНОЙ СИСТЕМЫ СБРОСА ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В СИСТЕМЕ МЧС

Горбач В.С.

Университет Гражданской Защиты

Современная авиационная техника, представленная беспилотными летательными аппаратами (БЛА), совершила революционный скачок, трансформируя множество отраслей, включая спасательные операции, сельское хозяйство, экологический мониторинг и оборонную сферу. Этот стремительный прогресс подпитывается непрерывным развитием технологий и многообразием инженерных решений, привлекающих пристальное внимание как научного сообщества, так и промышленных предприятий. Благодаря своим уникальным характеристикам – универсальности, высокой маневренности, экономической эффективности и способности функционировать в экстремальных условиях – БЛА стали незаменимыми инструментами для задач доставки, разведки, наблюдения и, что особенно важно, для сброса грузов. Они активно применяются для мониторинга природной среды, поиска пропавших людей, обнаружения очагов возгораний, оценки степени загрязнения, обеспечения безопасности объектов и даже в рамках тактических операций. В этом контексте разработка надежных и высокоточных систем сброса полезной нагрузки, способных обеспечить безопасное и точное освобождение груза в заданных условиях,

независимо от внешних факторов и конструктивных ограничений БЛА, представляет собой одну из приоритетных задач.

В рамках Университета гражданской защиты была разработана и реализована инновационная система сброса, адаптированная для интеграции с популярной моделью БЛА DJI Mavic 3T. Продемонстрированные концептуальные схемы (рисунки 1.1 и 1.2) дают наглядное представление о конструкции данного механизма.

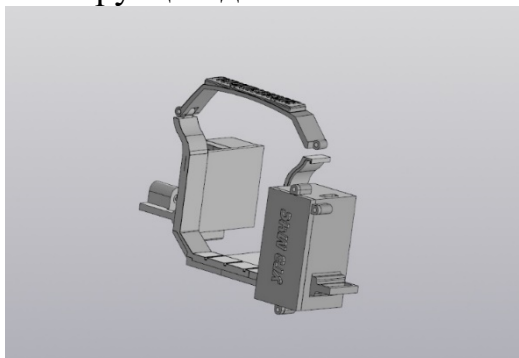


Рисунок 1 - Механизм сброса в
сборе



Рисунок 2 - Механизм сброса в
сборе

Сбросовый механизм располагается в центральной части фюзеляжа и управляется посредством сигналов, поступающих от вспомогательного нижнего осветителя квадрокоптера. При активации светового сигнала происходит срабатывание фотодатчика, который инициирует передачу управляющего сигнала на микроконтроллер Arduino/Nano Type-C. Получив команду, микроконтроллер активирует сервопривод. Последний, в свою очередь, приводит в действие запирающий механизм, надежно удерживающий полезный груз до момента его освобождения. Энергообеспечение системы осуществляется от компактной литий-полимерной (Li-Po) батареи с напряжением 3,7 В и емкостью 280 мАч. Гибкая система крепления с использованием ленты-липучки обеспечивает надежную фиксацию грузов различных размеров и форм на сбросовом устройстве (рисунок 1.3).



Рисунок 3 - разработанный сброс

БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ, УСТАНОВЛЕННЫЙ НА АВТОЦИСТЕРНЕ

Дмитравцов М.Г.

Дроны служат «глазами в небе» и инструментом сбора данных, предоставляя пожарным критически важную информацию в реальном времени.

Какие задачи выполняют дроны в сфере ликвидации ЧС?

Разведка и оценка обстановки:

- Быстрый обзор: С места прибытия дрон поднимается в воздух за секунды, показывая масштаб пожара, направление распространения и наличие угроз (например, взрывоопасных объектов).
- Поиск очагов: Обнаружение скрытых очагов горения, особенно на крышах и в труднодоступных местах чердаков.
- Оценка рисков: Идентификация конструктивных повреждений здания, которые могут привести к обрушению.

Поиск и спасение людей:

- Тепловизионная съемка: это ключевая функция. Дрон с тепловизором может «видеть» сквозь дым и находить людей в задымленных помещениях, а также обнаруживать пропавших на открытой местности ночью или в условиях плохой видимости.
- Определение местоположения: точно передает координаты пострадавших спасательным группам.

Повышение эффективности тушения:

- Наведение ствольщиков: Оператор дрона с высоты видит всю картину и может по радиосвязи направлять пожарных со стволами, указывая, куда именно подавать воду для максимального эффекта.
- Контроль эффективности: Оценка того, куда попадает вода и тушит ли она целевые области.

Обеспечение безопасности пожарных:

- «Взгляд сверху»: Дрон предупреждает команду о внезапных изменениях в поведении огня (например, о быстром распространении или угрозе взрыва).

- Осмотр без риска: позволяет осмотреть опасные зоны, куда посылать людей было бы небезопасно.

Документирование и расследование:

- Запись видео с пожара может быть использована для последующего разбора действий, обучения и в качестве доказательства для следователей.

Какие типы дронов используются?

На пожарных автоцистернах обычно размещаются компактные, но мощные мультикоптеры:

- Платформы: В основном это квадрокоптеры и гексакоптеры (с 6 винтами для большей надежности).

- Камеры: обязательно наличие оптической камеры с зумом и, что самое важное, тепловизионной камеры (работающей в инфракрасном диапазоне).

- Защита: Корпуса часто имеют влагозащищенное исполнение и защиту от попадания мелких частиц (стандарт IP54 и выше).

- Время полета: обычно от 30 до 45 минут, что достаточно для тактической разведки.

- Система запуска: Некоторые модели имеют специальные стартовые площадки на крыше автомобиля, которые защищают дрон от внешних воздействий и могут автоматически заряжать его.

Примеры реализованных решений.

Многие ведущие производители пожарной техники и специализированные компании предлагают такие комплексы:

- Rosenbauer: имеет концепцию «Digital Firefighting», где дрон интегрирован в систему командного пункта на шасси.

- Magirus: предлагает решения с дронами, которые запускаются с крыши автомобиля.

- Специализированные компании: Такие как DJI (серия Matrice с тепловизорами) активно сотрудничают с пожарными службами по всему миру, предлагая готовые комплекты.

Как это выглядит на практике?

1. Прибытие к месту вызова: Пожарная автоцистерна останавливается на безопасном расстоянии.

2. Быстрый запуск: Водитель или специально обученный оператор извлекает дрон из защищенного отсека в машине (часто расположенного в задней части) и запускает его в воздух в течение 60-90 секунд.

3. Передача данных: Видеопоток с дрона в реальном времени передается на планшет или ноутбук командира подразделения, который находится рядом с автоцистерной.

4. Принятие решений: на основе полученной "картины с воздуха" командир принимает тактические решения и ставит задачи команде.

5. Посадка и зарядка: после выполнения миссии дрон садится, батареи меняются или заряжаются от бортовой сети автомобиля.

Проблемы:

- Стоимость: Качественные дроны с тепловизорами — дорогое оборудование.

- Подготовка кадров: требуется обучение пожарных не только пилотированию, но и интерпретации данных, особенно с тепловизора.

- Регламенты: Необходимость согласования полетов с авиационными властями, особенно в городской черте.

- Погода: Сильный ветер, дождь и особенно густой дым могут ограничивать применение. > Садовский:

- Подача сигналов: Дроны, способные сбрасывать небольшие сигнальные шашки или средства связи для пострадавших.

- Тактическая разметка: Создание световых или лазерных меток для указания целей.

- Полная автоматизация: Системы, где дрон автоматически сопровождает пожарного, обеспечивая ему постоянный обзор сверху.

Один из наглядных примеров Rosenbauer AIROBOT—это многофункциональное гусеничное транспортное средство с электрическим приводом и дистанционным управлением, разработанное специально для использования пожарными и аварийно-спасательными службами в опасных зонах.

Основные характеристики и возможности RTE Robot:

Снижение риска: Робот отправляется в опасные зоны (например, в горящие здания, подземные парковки, зоны химического заражения или на труднопроходимую местность), минимизируя риск для человеческих жизней.

Универсальность и модульность: благодаря стандартизированным интерфейсам и широкому выбору навесных модулей, робот может выполнять различные задачи:

Пожаротушение: оснащается дистанционно управляемыми лафетными стволами (например, RM15 с расходом 2000 л/мин или RM35 с расходом до 3500 л/мин).

Транспортировка: может перевозить оборудование, пожарные рукава, носилки для пострадавших или европалеты.

Разведка: Оборудован камерами (включая тепловизионные и цветные) для передачи видео и данных об обстановке оператору на безопасном расстоянии до 200 метров.

Прочие задачи: может использоваться с бульдозерным отвалом для расчистки путей от мусора или ила, а также как мобильный источник питания или вентилятор избыточного давления.

Проезжимость: Гусеничное шасси обеспечивает отличную проходимость по пересеченной местности, возможность преодоления препятствий, ступеней и работы в затопленных районах (до определенной высоты).

Версия AX: Расширение Autonomous Execution (AX) добавляет функции полуавтономного движения с использованием 3D-камер и датчиков, что позволяет роботу избегать препятствий и работать вне прямой видимости оператора (например, на разных этажах здания).

Таким образом, RTE Robot является передовым решением от Rosenbauer, использующим роботизированные и интеллектуальные технологии для повышения безопасности и эффективности аварийно-спасательных работ. (Рисунок 1)



Вывод

Установка БПА на пожарных автоцистернах превращает их из простых транспортных средств для перевозки воды и оборудования в мобильные командные центры с расширенными возможностями ситуационной осведомленности. Это технология, которая напрямую способствует повышению эффективности тушения и, что самое главное, спасению жизней как пострадавших, так и самих пожарных.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://www.rosenbauer.com/en/products/fire-fighting-systems-and-body-components/rte-robot> (Электронный ресурс).
2. <https://brlab.ru/scopes/bpla-dlya-pozharnykh-i-spasateley/> (Электронный ресурс).
3. <https://ru.digitaleagle-uav.com/shop/firefighting-drone-for-fire-extinguishing-and-rescue-xf-07/> (Электронный ресурс).

УДК: 623.746.5 : 629.114.4.083

КИТАЙСКИЙ БЕСПИЛОТНИК С ТУШЕНИЕМ ПЕНЫ

Дмитравцов М.Г.

Первый пожарный дрон разработан китайской компанией EHang

Компания EHang разработала дрон, который может поднимать 145 л водопенного состава, оборудован шестью огнетушащими снарядами и способен в радиусе до пяти километров ликвидировать пожары в высотных зданиях. Представленный беспилотник прошел сертификацию Китайского национального агентства по проверке качества противопожарного оборудования. Обычно при пожарах используют наземные машины, направляющие воду в окна и на фасад здания, и мобильные средства, которые можно занести прямо в помещения. Но в случае возгорания на высоте примерно от ста метров даже высоконапорных шлангов, высотных лестниц и подъемников может быть недостаточно, и приходится применять пожарные вертолеты, сбрасывающие сразу большой объем воды. Есть проекты, в которых для тушения предлагают использовать дроны. Например, латвийская компания Aerones создала дрон, который во время полета получает энергию и воду через кабели и шланги, но он из-за их веса он имеет

ограничение по высоте полета, а также для его развертывания на месте пожара необходимо некоторое время и бригада пожарных. EHang, которая специализируется на производстве пассажирских мультикоптеров, превратила одну из моделей — двухместный дрон EHang 216 — в летающую противопожарную машину. В дроне установлен бак объемом 150 литров, заполняемый противопожарной пеной, и длинный лафетный ствол. Над кабиной расположен метатель для противопожарных бомб с шестью зарядами. Они вылетают с высокой скоростью и имеют острый и твердый наконечник, пробивающий стекла. Для прицеливания у дрона есть лазерный целеуказатель и камера. Дрон рассчитан на полуавтономную работу: он может самостоятельно долететь с пожарной станции к месту тушения, но за тушение отвечает оператор. EHang заявляет, что он способен тушить пожары даже в небоскребах с высотой до 600 метров на расстоянии до пяти километров от станции. Во время презентации в Юньфу компания устроила испытание дрона и показала, как он тушит пожар на предпоследнем этаже десятиэтажного здания. (Рисунок 1)



Рисунок 1 - Беспилотный летательный аппарат EHang 216F

Основные характеристики EHang 216F:

- **Назначение:** Пожаротушение на высотных зданиях.

- **Грузоподъемность:** До 150 литров огнетушащей пены и 6 огнетушащих "бомб" за один вылет.
- **Максимальная скорость:** 130 км/ч.
- **Радиус действия:** 5 км от пожарной станции.
- **Время полета:** Достаточно для выполнения задачи и возвращения на станцию.
- **Оборудование:**
 - Камера с 10-кратным зумом для обнаружения огня.
 - Лазерная система наведения для точного прицеливания.
 - Устройство для метания огнетушительных "бомб" (способное разбивать оконное стекло).
 - Насос высокого давления с лафетным стволом для подачи пены.
- **Управление:** Автономное или дистанционное.
- **Принцип работы:** Дрон прибывает на место, обнаруживает огонь, разбивает окно, затем сбрасывает бомбы и подает пену, работая в два этапа.

Беспилотники для тушения пеной представляют собой качественный скачок в развитии пожарной безопасности. Они эффективно решают задачи, которые были практически невыполнимы для традиционных средств.

Хотя эта технология все еще сталкивается с ограничениями по времени работы и грузоподъемности, ее преимущества в виде сверхбыстрого реагирования, доступа в опасные зоны и беспрецедентной безопасности для пожарных делают ее не просто перспективной, а уже необходимой для оснащения современных подразделений МЧС и промышленных предприятий с высокими рисками. В будущем стоит ожидать появления более автономных систем, где дроны будут работать в связке, а также увеличения их полезной нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://xn--b1ae4ad.xn--p1ai/facts/pervyy-pozharnyy-dron-razrabotan-kitayskoy-kompaniey-ehang> (Электронный ресурс).
2. <https://nplus1.ru> (Электронный ресурс).
3. <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-tusheniya-pozharov-s-ispolzovaniem-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov> (Электронный ресурс).
4. <https://djistor.ru/blogs/blog/drony-v-pozharotushenii-istoriya-nyuansy-osobennosti?srsId=AfmBOorgtumJMk-3EIIIvmjAxp0ri3LiSczIjlq4zKpOe7cPwrmDOTdc> (Электронный ресурс).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Доронин Д.В. Демьянов В.В.,

Университет гражданской защиты

Одним из развивающихся и перспективных направлений использования беспилотных летательных аппаратов (далее БЛА) в Республике Беларусь является поисково-спасательные работы. В первую очередь спасение людей требует незамедлительной реакции. Поэтому новые технологии внедряются в сферу поиска людей незамедлительными темпами. Дроны широко используются сотрудниками МЧС. Вместе с внедрением технологий, спасатели разрабатывают собственные уникальные подходы к поискам пропавших.

Преимущества беспилотных летательных комплексов для поиска людей:

- Высокая скорость и точность предоставления результатов.
- Обнаружение за пределами видимого спектра.
- Наличие громкоговорящих устройств
- Быстрое обследование больших территорий
- Доступ к труднодоступным и опасным зонам
- Снижение риска для спасателей
- Повышение эффективности операций

Оператор БЛА запускает в небо дрон, настраивает камеру и подвесное оборудование, пролетает заданное расстояние, и делает до тысячи и более снимков в воздухе. Далее изображения с дрона передаются на компьютер, где люди вручную просматривают каждую фотографию. При обнаружении человека на место отправляется группа волонтеров с необходимым оборудованием и медикаментами.

Работа тепловизора заключается в том, что датчик оценивает разницу температур. Если человек плотно одет, отвернут от тепловизора физически, то температура поверхности его одежды не равна температуре поверхности земли. Она ощутимо выше. Если на улице – 30С, – 20С, – 10С, то поверхность одежды человека теплее на несколько градусов. Для современных тепловизоров этого достаточно, чтобы идентифицировать такой объект на фоне природы

Технологии и оборудование используемое на БЛА для поисков людей.

Тепловизоры — для обнаружения тепловых следов человека.

GPS — для точного позиционирования.

Системы передачи данных — для онлайн-трансляции изображения и телеметрии.

Искусственный интеллект — для анализа обстановки и распознавания объектов.

С точки зрения мониторинга пространства на пожаре или поиска пропавших операторы используют разработанные системы и приемы в зависимости от конкретных условий. В первую очередь разведке с БЛА необходимо установить масштаб бедствия или квадрат поиска, выявить особо опасные зоны, наличие преград и безопасные места как для прохождения пеших спасательных групп, для и для потенциального вывода пострадавших из опасных зон.

- Параллельное или зигзагообразное галсирование
- Поиск по расширяющемуся квадрату
- Поиск по заданному маршруту
- Поиск по секторам

Проблемы использования беспилотных комплексов

- Ограниченное время автономной работы
- Сложности навигации в замкнутых и задымлённых пространствах
- Высокая стоимость оборудования и обслуживания
- Недостаточная подготовка персонала
- Нормативные ограничения

Перспективы развития

- Интеграция искусственного интеллекта
- Разработка специализированных платформ
- Увеличение автономности и дальности
- Массовое внедрение в службы реагирования
- Массовое внедрение в службы реагирования

ЛИТЕРАТУРА

1. Тактика работы дронов во время поисково-спасательных мероприятий [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://skymec.ru/blog/drone-use-cases/bezopasnost/rabota-dronov-vo-vremya-psm/> -Дата доступа 06.11.2025.

2. БПЛА для поиска, спасения и оказания помощи [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://brlab.ru/scopes/poisk-i-spasenie/> -Дата доступа 06.11.2025.

3. БПЛА для пожарных и спасателей [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://brlab.ru/scopes/bpla-dlya-pozharnykh-i-spasateley/> -Дата доступа 06.11.2025.

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В РАБОТЕ МЧС РБ

Жигальский Д.А., Симонов А.Е., Гаврошко В.С.

Университет гражданской защиты

В последние годы развитие технологий активно внедряется в сферу пожарной безопасности и спасательных работ. Одним из наиболее перспективных и эффективных инструментов стали беспилотные летательные аппараты (БЛА). В Республике Беларусь их использование набирает обороты, значительно повышая эффективность работы МЧС. В данном докладе рассмотрим виды БЛА, способы их применения и оценим целесообразность их использования в современном мире.

1. Виды беспилотных летательных аппаратов (БЛА):

Малые и микро-БЛА — компактные устройства, обычно предназначены для обзора в труднодоступных или опасных зонах. Используются для разведки, поиска пострадавших или оценки ситуации после ЧС.

Средние и тяжелые дроны — способны нести дополнительные датчики или оборудование, например, тепловизоры, камеры высокого разрешения, литий-ионные аккумуляторы, что расширяет их функционал.

Модели по типу управления — дистанционное управление оператором, автоматические или программируемые модели, способные выполнять сложные маршруты и задачи без постоянного участия человека.

2. Способы применения БЛА в работе МЧС РБ БЛА используют в различных сценариях чрезвычайных ситуаций:

Мониторинг и разведка — быстрое получение информации о ситуации на месте пожара, наводнения, обнаружение очагов возгорания или затопленных участков с помощью тепловизоров и камер.

Поиск и спасение — поиски пропавших людей в сложных условиях (лес, горы, заброшенные строения). БЛА могут не только обнаружить пострадавших, но и направлять спасательные команды.

Оценка ущерба и планирование работ — сбор данных о масштабе чрезвычайных ситуаций, создание карт и моделей местности для эффективного планирования операций.

Техническое обслуживание и проверка оборудования — осмотр линий электропередач, мостов и зданий после ЧС для выявления возможных повреждений.

АПС (автоматизированные системы управления) — интеграция с наземными службами для координации действий и быстрого реагирования.

3. Целесообразность использования БЛА в современном мире.

Использование беспилотных летательных аппаратов в МЧС — это необходимость, обусловленная современными требованиями к скорости и эффективности реагирования:

Повышение безопасности работников — БЛА могут проводить опасные разведки, не подвергая риску жизни спасателей.

Ускорение реакций — снижение времени получения оперативной информации, что особенно важно при ликвидации крупных природных и техногенных аварий.

Экономическая эффективность — автоматизация части работ позволяет сократить расходы на человека и ресурсы. Развитие технологий делает БЛА более доступными и многофункциональными, а их применение — необходимым элементом современных систем МЧС.

Международный опыт показывает, что внедрение беспилотных аппаратов значительно повышает эффективность работы служб спасения. Внедрение беспилотных летательных аппаратов в работу МЧС РБ способствует повышению уровня оперативности, безопасности и эффективности спасательных операций. Их разнообразие и возможности позволяют решать широкий спектр задач, от мониторинга до поиска и спасения. В условиях современного мира, где скорость реакции и точность действий имеют решающее значение, применение БПЛА становится неотъемлемой частью системы гражданской защиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт МЧС Беларуси (<https://mchs.gov.by>) — сведения о текущих проектах по внедрению дронов.

2. Указ Президента Республики Беларусь от 25.09.2023 № 297 «О государственном учете и эксплуатации гражданских беспилотных летательных аппаратов». С. 4.

УДК 369.2

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПЛОТИН, МОСТОВ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В МЧС РБ

Секержицкий М.В.

Университет Гражданской Защиты

Контроль технического состояния плотин, мостов и промышленных объектов является ключевым элементом обеспечения безопасности населения и предотвращения чрезвычайных ситуаций. Традиционные методы обследования требуют значительных ресурсов, времени и зачастую сопряжены с рисками для персонала. Внедрение беспилотных летательных аппаратов (БЛА) в практику МЧС Республики Беларусь открывает новые

возможности для оперативного, точного и безопасного мониторинга критически важных инфраструктурных сооружений.

БЛА, оснащённые оптико-электронными системами, тепловизорами и лидарными комплексами, позволяют выявлять ранние признаки деформаций, коррозии, изменения температурных профилей и скрытые повреждения конструкций. Применение мультиспектральных и инфракрасных датчиков обеспечивает дополнительную диагностику внутренних и поверхностных дефектов, недоступных визуальному наблюдению.

Для выполнения таких задач могут использоваться системы класса DJI Matrice 300 RTK, совместимые с профессиональными модулями Zenmuse H20T и лидарными сканерами L1, обеспечивающими высокоточное картографирование, построение 3D-моделей и детальный анализ структурных элементов.

Обработка данных с применением алгоритмов машинного обучения и компьютерного зрения позволяет автоматически классифицировать повреждения, отслеживать динамику изменений и формировать прогнозы риска. Интерактивные геопанели и специализированные программные платформы обеспечивают удобную визуализацию данных и оперативный доступ к ним для диспетчеров и инженерных групп МЧС.

Использование БЛА значительно повышает эффективность государственного мониторинга инженерных сооружений, снижает вероятность аварий, минимизирует человеческие затраты и способствует своевременному принятию управленческих решений.

Искусственный интеллект анализирует собранные данные, применяя методы машинного обучения и компьютерного зрения для извлечения ключевой информации и выявления паттернов. Модели машинного обучения прогнозируют вероятные зоны обрушения, основываясь на исторических данных и текущих измерениях.

Интерактивные панели и специализированные приложения обеспечивают визуализацию данных и их доступность для операторов и пожарных, что способствует быстрому принятию решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чандра А. М., Гош С.К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. М. : Техносфера, 2008. 312с.
2. Шовенгард Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. М. : Техносфера, 2013. 592с.
3. Официальная документация DJI Matrice 300 RTK. – Режим доступа: <https://www.dji.com/>
4. Информация о лидарной системе DJI Zenmuse L1. – Режим доступа: <https://enterprise.dji.com/>

БЕСПИЛОТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Симонов А.Е., Гаврошко В.С., Минаков П.А.

Университет гражданской защиты

Беспилотные комплексы (дроны) становятся незаменимым инструментом в проведении аварийно-спасательных работ, значительно повышая эффективность и безопасность спасателей. Вот несколько ключевых направлений их применения:

1. Поиск и обнаружение пострадавших:

- Тепловизоры: Дроны, оснащенные тепловизорами, могут обнаруживать пострадавших даже в условиях плохой видимости (дым, туман, ночь) или под завалами, определяя тепловой след человека.

- Визуальная разведка: дроны с камерами высокого разрешения позволяют быстро оценить масштабы бедствия, выявить опасные зоны и определить наиболее вероятные места нахождения пострадавших. Передаваемые в режиме реального времени изображения помогают спасателям принимать обоснованные решения.

- Картографирование территории: дроны могут оперативно создавать 3D-карты местности, что помогает в планировании спасательных операций и оценке ущерба.

2. Доставка необходимых грузов:

- Медикаменты и оборудование: дроны могут доставлять лекарства, аптечки первой помощи, воду, еду и другие необходимые предметы первой необходимости в труднодоступные районы или места, где наземный транспорт не может проехать.

- Средства связи: дроны могут обеспечивать связь в зонах, где инфраструктура связи разрушена, например, посредством развертывания временных ретрансляторов сигнала.

- Специализированное оборудование: дроны могут доставлять специализированное оборудование, такое как датчики для мониторинга состояния окружающей среды, инструменты для разбора завалов и т.д.

3. Мониторинг и оценка ситуации:

- Оценка состояния зданий и сооружений: дроны позволяют проводить визуальный осмотр разрушенных зданий и сооружений с

безопасного расстояния, оценивая степень повреждений и выявляя потенциальные опасности для спасателей.

- Оценка экологической обстановки: дроны, оснащенные соответствующими датчиками, могут мониторить уровень загрязнения воздуха, воды и почвы после стихийных бедствий или техногенных катастроф.

- Ситуационное оповещение: дроны, оснащенные громкоговорителями, могут оповещать население об эвакуации, мерах предосторожности и другой важной информации.

4. Освещение места проведения работ:

- Освещение труднодоступных мест: дроны могут быть оснащены мощными осветительными приборами для освещения мест проведения работ в темное время суток или в условиях плохой видимости.

Примеры успешного применения:

- Землетрясения: поиск выживших под завалами, оценка повреждений зданий.

- Наводнения: доставка припасов в отрезанные от мира районы, мониторинг уровня воды.

- Лесные пожары: обнаружение очагов возгорания, мониторинг распространения огня, оценка ущерба.

- Техногенные катастрофы: оценка утечек опасных веществ, мониторинг состояния загрязнения.

Преимущества использования дронов:

- Скорость: дроны позволяют оперативно получать информацию о месте происшествия и быстро доставлять помощь.

- Безопасность: дроны позволяют избегать риска для жизни спасателей при работе в опасных условиях.

- Экономичность: в ряде случаев использование дронов оказывается более экономичным, чем применение традиционных методов.

- Информативность: дроны предоставляют широкий спектр данных, включая визуальную информацию, тепловые сигнатуры, данные о состоянии окружающей среды и т.д.

Развитие технологий:

С развитием технологий улучшается автономность дронов, увеличивается время полета, повышается точность навигации и совершенствуются системы обработки данных, что делает их еще более эффективным инструментом в аварийно-спасательных операциях.

Беспилотные комплексы — это ключевое направление в обеспечении безопасности и эффективности аварийно-спасательных работ. Они позволяют значительно снизить риски для спасателей, ускорить обнаружение и оказание помощи пострадавшим, а также обеспечить более точную оценку ситуации на месте происшествия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Липатов В.Д., Кишалов А.Е. применение БПЛА в задачах подразделений МЧС. Журнал «Технические науки Молодежный Вестник УГАТУ» № 1 (13). Май, 2015 г. С. 89
2. Вашкевич Ю. В., Титов О. В. Опыт использования беспилотных летательных аппаратов при ликвидации чрезвычайных ситуаций. ГУО «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь С. 52

УДК 629.519:614.81

СВЯЗЬ И ОПОВЕЩЕНИЕ В ОРГАНАХ И ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ

Симонов А.Е., Гаврошко В.С.

Университет гражданской защиты

Эффективное функционирование органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям (ЧС) в решающей степени зависит от надежной и оперативной системы связи и оповещения. Эти системы являются технической основой управления силами и средствами на всех этапах реагирования: от получения сигнала о происшествии до полной ликвидации последствий ЧС. В условиях динамично развивающейся оперативной обстановки, характеризующейся большими объемами информации и необходимостью принятия решений в сжатые сроки, требования к системам связи многократно возрастают. Настоящий доклад посвящен анализу современного состояния, выявлению актуальных проблем и определению перспективных направлений развития средств связи и оповещения в системе МЧС.

Современное состояние и актуальные проблемы.

Современная система связи МЧС представляет собой сложный комплекс, включающий стационарные и мобильные узлы связи, проводные и беспроводные каналы передачи данных, системы голосовой связи и видео-конференц-связи. В ее состав входят:

- Радиосвязь: являющаяся основой тактического управления на месте происшествия (аналоговая и цифровая УКВ-радиосвязь, спутниковая связь).
- Проводная связь: обеспечивающая устойчивое управление между стационарными пунктами.

Системы оповещения: включающие как локальные системы на объектах, так и региональные и республиканские системы централизованного оповещения населения. Однако существующая система сталкивается с рядом вызовов:

Проблемы совместимости: наличие аппаратуры различных стандартов и поколений может создавать трудности при организации взаимодействия между подразделениями МЧС и другими взаимодействующими службами (МВД, здравоохранение).

Уязвимость инфраструктуры: при крупномасштабных ЧС, особенно природного характера, возможно повреждение стационарных элементов инфраструктуры связи (ретрансляторов, кабельных линий), что приводит к потере управления.

Ограниченная пропускная способность: существующие каналы связи не всегда способны обеспечить передачу больших объемов данных, таких как видео высокой четкости с места события, телеметрическая информация с беспилотных аппаратов или данные дистанционного зондирования, необходимые для оценки обстановки.

Перспективные направления развития.

Для преодоления существующих проблем и кардинального повышения эффективности управления необходим комплексный подход к модернизации систем связи и оповещения. Ключевым направлением является создание единого защищенного информационного пространства на основе цифровых технологий. Это предполагает полный переход на современные стандарты цифровой радиосвязи (TETRA, DMR), которые обеспечат не только голосовую связь, но и передачу данных, определение местоположения сил и средств, а также гарантированную совместимость между всеми подразделениями и взаимодействующими службами. Параллельно необходимо активное использование сетей 4G/5G для организации высокоскоростных каналов передачи видеoinформации, телеметрии с беспилотных комплексов и работы мобильных приложений управления.

Для обеспечения устойчивости связи в условиях разрушенной инфраструктуры критически важным становится развитие мобильных и адаптивных комплексов связи, развертываемых на автомобильных шасси, а также с использованием БПЛА и аэростатов в качестве ретрансляторов. Эти платформы позволяют в кратчайшие сроки создать локальное покрытие в зоне чрезвычайной ситуации.

Все перечисленные компоненты должны быть интегрированы в единую автоматизированную систему управления (АСУ) МЧС, которая обеспечит

формирование целостной картины оперативной обстановки в режиме реального времени для принятия обоснованных решений. В части оповещения населения акцент смещается в сторону мультимедийности и таргетирования, с активным использованием рассылки SMS/Cell Broadcast, интернет-оповещения и социальных сетей для адресного доведения информации до конкретных групп населения, находящихся в зоне риска.

Развитие систем связи и оповещения в органах и подразделениях по ЧС является непрерывным и динамичным процессом, определяемым технологическим прогрессом и появлением новых угроз. Ключевыми векторами этого развития являются цифровая трансформация, обеспечение устойчивости и живучести инфраструктуры, глубокая интеграция всех компонентов в единое информационное пространство и переход к проактивной модели оповещения населения. Реализация этих направлений позволит существенно повысить оперативность и эффективность реагирования на чрезвычайные ситуации любого масштаба и характера, что в конечном итоге направлено на спасение жизней и сохранение материальных ценностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция построения и развития системы связи МЧС Республики Беларусь на период до 2030 года. – Минск, 2022. С. 85-87
2. Применение беспилотных авиационных комплексов для организации оперативной связи в зоне чрезвычайной ситуации / В.Г. Сидоренко, П.Н. Козлов // Техника и вооружение. – 2023. – № 5. – С. 12–17.
Цифровая трансформация систем управления силами и средствами РСЧС: проблемы и решения / Д.И. Новиков // Информационные технологии. – 2022. – Т. 28, № 3. – С. 45–52.
3. Цифровая трансформация систем управления силами и средствами РСЧС: проблемы и решения / Д.И. Новиков // Информационные технологии. – 2022. – Т. 28, № 3. – С. 45–52.

УДК 629.7-519:614.8(476)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПАВОДКОВОЙ ОБСТАНОВКИ И ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Скакалин Г.Д., Васкевич М.С.

Бусел М.О., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Ежегодно территория Республики Беларусь сталкивается с угрозой возникновения природных стихийных бедствий, среди которых особенно выделяются паводки. Эти природные явления представляют серьезную опасность для жизни населения, инфраструктуры и экономики страны. В условиях изменения климата и усиления экстремальных погодных условий актуальность своевременного мониторинга ситуаций становится все более острой. Для эффективного реагирования необходимы современные методы получения информации о характере и масштабе стихийных бедствий. В этой связи значительную роль играет внедрение беспилотных летательных аппаратов (далее - БЛА), которые в последние годы приобрели статус перспективных и высокоэффективных инструментов для решения задач мониторинга и оценки последствий чрезвычайных ситуаций [3, 4].

Использование беспилотной авиации в системе реагирования на стихийные бедствия обусловлено рядом ключевых преимуществ, которые позволяют значительно повысить эффективность проведения мониторинговых работ:

- **Оперативность:** возможность запуска БЛА осуществляется в кратчайшие сроки по получению сигнала о необходимости обследования. Это обеспечивает получение актуальной информации в режиме реального времени, что важно для своевременного принятия управленческих решений.

- **Мобильность и доступность:** БЛА без труда обследуют территорию болот, поймы рек, завалы и разрушенные участки инфраструктуры, не подвергая опасности жизни операторов и работников, занимающихся предупреждением и ликвидацией чрезвычайной ситуации.

- **Высокая детализация:** современные камеры с сверхвысоким разрешением позволяют фиксировать мельчайшие повреждения, выявлять признаки новых подтоплений и ориентироваться на точечных участках, нуждающихся в оперативных мерах.

- Экономическая эффективность: в сравнении с пилотируемой авиацией использование БЛА значительно снижает затраты при обеспечении высокой частоты и качества мониторинговых полетов.

Применения БЛА обеспечивает возможность выполнения определенных задач на разных стадиях развития чрезвычайной ситуации:

1. Предаварийная стадия. На данной стадии БЛА выполняется контроль уровня воды в реках и водоемах, а также мониторинг состояния снежного покрова и гидротехнических сооружений. Это позволяет оперативно прогнозировать возможные паводки и предпринять превентивные меры.
2. Чрезвычайная стадия. Во время самого паводка или другого стихийного бедствия с помощью БЛА обеспечиваются следующие задачи:
 - картографирование зон подтопления, что способствует точной оценке распространения воды;
 - мониторинг динамики роста уровня воды, направления движения потоков;
 - обследование инфраструктурных объектов (мостов, дамб, дорог) на предмет повреждений и прочности;
 - поиск и спасение пострадавших в отрезанных от суши участках.
3. Поставарийная стадия. После ликвидации непосредственной угрозы БЛА дают возможность провести детальный осмотр ущерба:
 - создание ортофотопланов и трехмерных моделей территорий для точного подсчета повреждений жилья, объектов инфраструктуры и промышленности;
 - мониторинг восстановления и реконструкции пострадавших участков.

Для круглогодичного и расширенного применения БЛА необходимо оснащение устройств мультиметральными и тепловизионными камерами. Это даст возможность обнаруживать потерпевших ночью или под завалами, а также поможет выявлять тепловые аномалии. Интеграция данных, полученных с помощью БЛА, в системы геоинформационного анализа позволит создавать комплексные карты ситуации, повышающие степень информированности операторов МЧС. В перспективе использование алгоритмов искусственного интеллекта предоставляет возможности для автоматической обработки снимков, выявления изменений и повреждений без необходимости ручного анализа. Для обеспечения успешного развития и эксплуатации БЛА предлагается:

- активно развивать парк летательных аппаратов и программное обеспечение;
- обеспечивать подготовку квалифицированных операторов и аналитиков;
- разрабатывать стандартные сценарии и регламенты для их применения на национальном уровне.

В условиях изменения климата и роста угрозы стихийных бедствий использование БЛА представляет собой эффективный и перспективный инструмент, способный существенно повысить эффективность мониторинга, оценки ущерба и управления аварийными ситуациями на территории Республики Беларусь. Внедрение этих технологий станет важным этапом повышения уровня готовности страны к природным чрезвычайным ситуациям и повысит уровень безопасности населения и инфраструктуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воздушный кодекс Республики Беларусь – Кодекс Республики Беларусь от 16 мая 2006 года № 117-3.
2. Авиационные правила организации и выполнения полётов государственных воздушных судов Республики Беларусь – утверждены Постановлением Министерства обороны Республики Беларусь от 06.07.2022 г. № 33.
3. Москвичев В. И. Беспилотные летательные аппараты в системах мониторинга природных и техногенных катастроф // Технические средства. 2020. № 4. С. 12–20.
4. Федоров А. Ю. Применение беспилотных авиационных систем для оценки ущерба после стихийных бедствий // Вестник науки и образования. 2019.

УДК 623.746.-519

ИННОВАЦИОННЫЕ БЕСПИЛОТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Тимощенко В.А., Кабешова А.И., Амельченко С.И., Аношко Д.А.

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

В современном мире все сферы человеческой деятельности развиваются по пути индустриализации и автоматизации процессов, которые часто сопряжены с рисками для жизни и здоровья людей, а также для окружающей среды. Согласно данным Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (МЧС РБ), в 2024 году количество пожаров на территории Беларуси увеличилось на семь процентов: если в 2023 году было зафиксировано 4369 пожаров, то в 2024 году — 4677. Также выросло число погибших: 335 человек в 2023 году против 358 в 2024 году [1]. Эти

показатели указывают на рост чрезвычайных ситуаций (ЧС), связанных с пожарами различного характера.

В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БЛА) активно внедряются в различные сферы жизнедеятельности, включая сферу пожарной безопасности. Они выполняют задачи от разведки района происшествия до непосредственного участия в тушении пожаров и транспортировки пострадавших. Применение БЛА повышает эффективность действий спасателей при ликвидации ЧС различного происхождения. Ведущие страны, такие как США, Великобритания, страны ЕС, Россия, Китай и другие, уже создали или развивают системы беспилотной авиации для гражданской защиты. Например, в США в 2024–2025 годах компании FireSwarm и Rain тестируют автономные БЛА для борьбы с лесными пожарами, обеспечивая оперативность и снижение рисков для жизни и здоровья личного состава [2]. В России МЧС использует БЛА для оценки ущерба от ЧС, что позволяет оперативно принимать решения [3].

Основными задачами, решаемые БЛА в интересах подразделений МЧС РФ могут быть: поиск объектов на заданной территории; определение координат объектов и границ района ЧС; мониторинг района ЧС; применение БЛА в качестве ретранслятора связи в районах ЧС; обеспечение связью мобильных групп спасателей; передача сигналов управления техническим средствам; информационное сопровождение и наведение поисковых групп спасателей; видео, ИК - и фотосъемка для ведения объективного контроля; контроль ледовых заторов и паводков; экологический мониторинг водных поверхностей; замеры в районах химических и радиационных аварий; мониторинг линейных объектов (трубопроводов, дорог и т.п.); поиск пострадавших; доставка грузов; эвакуация пострадавших; обеспечение поиска подводных объектов (сброс радиобуев) [4].

БЛА могут применяться для тушения пожаров в нескольких сферах. При городских пожарах они оперативно прибывают на место, проникают в горящие помещения и передают видео в командные центры для оценки ситуации [5]. В труднодоступных местах БЛА тушат очаги, минимизируя риски для спасателей. Для лесных пожаров БЛА изучают ландшафт, определяют масштабы, направление распространения и тактику тушения. В 2025 году в Калифорнии БЛА используются для высокогорного мониторинга и контролируемых выжиганий, что снижает распространение огня. Во взрывоопасных зонах БЛА оценивают угрозы и прогнозируют развитие событий. В поисково-спасательных операциях они сокращают время поиска, доставляют грузы и медикаменты, а также эвакуируют пострадавших из опасных районов [6].

Преимущества БЛА в тушении пожаров включают: снижение расходов, универсальность персонала, маневренность и адаптивность к условиям, безопасность, многофункциональность. Дополняя это, глобальный рынок пожарных БЛА в 2024 году оценивается в 1,24 млрд долларов США и

прогнозируется рост до 2,78 млрд к 2033 году, что отражает инвестиции в инновации [7].

К недостаткам относятся: риск некачественной сборки и поломок, потеря из-за столкновений, возможность угона путем перехвата сигнала. Кроме того, низкая грузоподъемность некоторых моделей ограничивает их применение, хотя крупные БЛА вертолетного типа уже используются для сброса воды на очаги.

Таким образом, при использовании БЛА для тушения пожаров открываются следующие перспективы: эффективный мониторинг возгораний, оповещение в опасных зонах, локализация пожаров с передачей координат, тушение огня из запасов БЛА или местных источников, создание встречного пала, безопасная разведка торфяных пожаров. В целом, БЛА снижают риски для спасателей, экономят средства и повышают оперативность. Основные направления – лесные пожары и крупные населенные пункты, где применение пилотируемой авиации обладает низкой эффективностью. При устранении существующих недостатков БЛА станут незаменимым средством в ликвидации ЧС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Узнали у МЧС, сколько пожаров произошло в Беларуси в 2024 году [Электронный ресурс] // СБ. Беларусь сегодня. – 2024. – URL: <https://www.sb.by/articles/mchs-kolichestvo-pozharov-v-belarusi-za-godu-velichilos-na-sem-protsentov.html#bounce> (дата обращения: 11.03.2025).
2. Automated aerial firefighting drones to provide faster responses [Electronic resource] // ASCE. – 2025. – URL: <https://www.asce.org/publications-and-news/civil-engineering-source/article/2025/07/24/automated-aerial-firefighting-drones-to-provide-faster-responses> (date of access: 09.09.2025).
3. Беспилотные летательные аппараты в МЧС России [Электронный ресурс] // МЧС России. – 2021. – URL: <https://10.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/4601984> (дата обращения: 09.09.2025).
4. Применение беспилотных летательных аппаратов для поддержки управления противопожарными действиями в условиях чрезвычайных ситуаций / Д. А. Папков, А. В. Семенов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – № 1 (139). – С. 5–12. – URL: <https://research-journal.org/archive/1-139-2024-january/10.23670/IRJ.2024.139.5> (дата обращения: 09.09.2025).
5. Современные БАС как средство тушения пожаров, спасения и мониторинга / А. В. Морозов // Портал пожарного дела. – 2025. – URL: <https://portal.edufire37.ru/articles/782> (дата обращения: 09.09.2025).
6. Технологии применения беспилотных летательных аппаратов в тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ / И. В. Качанов // АПНИ. – 2025. – URL: <https://apni.ru/article/11084-tehnologii-primeneniya-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-v-tushenii-pozharov-i-provedenii-avarijno-spasatelnyh-rabot> (дата обращения: 09.09.2025).

7. Growth Opportunities in the Firefighting Drones Industry, 2025-2034 [Electronic resource] // GlobeNewswire. – 2025. – URL: <https://www.globenewswire.com/news-release/2025/09/08/3146239/0/en/Growth-Opportunities-in-the-Firefighting-Drones-Industry-2025-2034-Investments-Surge-as-Governments-Embrace-Innovative-Firefighting-Drone-Technologies.html> (date of access: 09.09.2025).

ПОРЯДОК ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Тишевич А.О.

Ребко Д.В.

Университет гражданской защиты

По приблизительным оценкам, в Республике Беларусь каждый год пропадает более 350 человек. Ощутимую часть из них составляют люди, заблудившиеся вдали от человеческого жилья. Некоторые из потерявшихся, к счастью, выбираются сами, для помощи другим мобилизуются службы спасения и добровольческие поисково-спасательные отряды [1].

В условиях Республики Беларусь, богатой лесами, водоемами и другими природными экосистемами, поиск пропавших людей представляет собой сложную задачу. Традиционные методы, такие как наземные поиски и использование собак, часто оказываются недостаточно эффективными в условиях труднодоступных территорий, особенно в лесных массивах и болотах, а также при условии необходимости максимально оперативного реагирования, в случае спасения детей либо поиска людей в неблагоприятных погодных условиях.

Традиционные методы поиска имеют ограничения: труднодоступность местности, ограниченное время работы и низкая эффективность в условиях густых лесов и болот. В результате возрастает необходимость внедрения инновационных решений, способных компенсировать эти недостатки [2].



Рисунок 1 – «пешее прочёсывание»

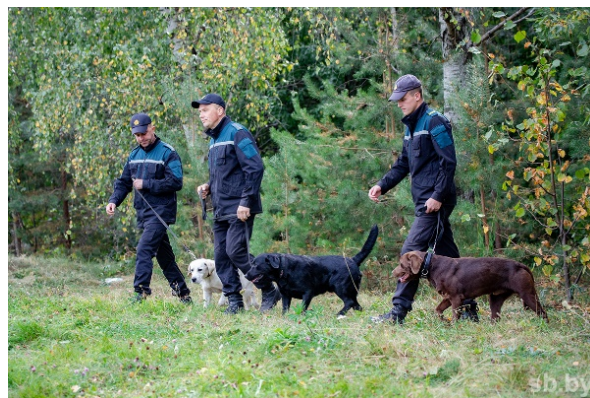


Рисунок 2 – поиск с помощью кинологических собак

Основными способами поиска на данный момент является пешее прочёсывание окрестностей с применением технических средств, которые зачастую не сложнее сирены или гудящего маяка. В связи с высокой актуальностью данной темы много идей по использованию в поисках достижений научно-технического прогресса; некоторые из них даже воплощаются в виде прототипов и тестируются на специально организованных конкурсах. Но лес — это лес, и реальные условия поисков вкупе с ограниченностью материальных ресурсов делают эту проблему сложной и пока ещё очень далёкой от полного решения. В связи с этим возникает необходимость внедрения современных технологий, среди которых особое место занимает использование беспилотных летательных аппаратов (БЛА) и технологий искусственного интеллекта (ИИ) [3].

БЛА позволяют быстро и безопасно обследовать большие площади, получать высококачественные изображения и видеоматериалы в реальном времени, что значительно повышает шансы на успешный поиск пропавших. В наших условиях, где природные ландшафты могут быть сложными для навигации, применение беспилотных технологий становится особенно актуальным.

БЛА оснащаются различными датчиками и камерами, включая тепловизоры, что позволяет обнаруживать тепловые сигнатуры человека даже в условиях плохой видимости. Их мобильность и быстрота позволяют оперативно обследовать большие территории, а автоматизированные системы обработки данных помогают быстро идентифицировать потенциальных потерявшихся. [4]



Рисунок 3 – поиски с помощью камеры высокого разрешения



Рисунок 4 – поиски с помощью тепловизионной камеры

Для осмотра больших участков территории в последнее время спасатели все чаще применяют беспилотные летательные аппараты, фотографирующие местность с высоты 40-50м. С одной поисково-спасательной операции получается несколько тысяч фотографий, которые на сегодняшний день добровольцы осматривают вручную. Понятно, что такая обработка — это долго и неэффективно. Через два часа такой работы волонтер устает и не может продолжать поиск, а ведь от его скорости зависит здоровье и жизнь людей.

Использование машинного зрения и нейросетей для поиска людей в природных экосистемах — это прорывное направление, способное спасти тысячи жизней. Технология не только ускоряет обнаружение пропавших, но и делает процесс более безопасным для спасателей. Дальнейшее развитие ИИ, повышение точности алгоритмов и их интеграция с беспилотными системами откроют новые возможности для спасения людей в природных экосистемах.

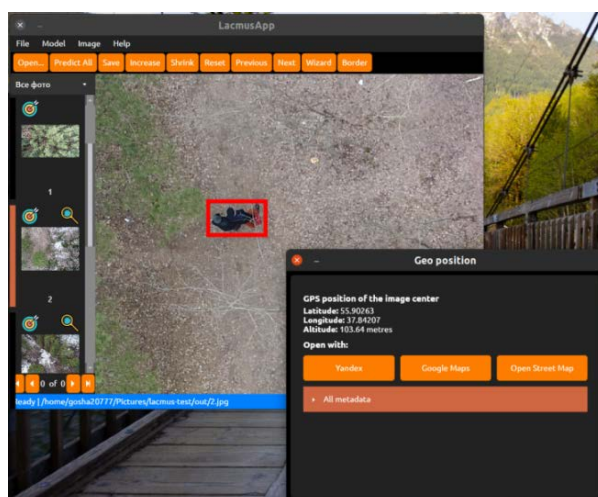


Рисунок 5 – пример определения наличия человека на фото с БЛА при помощи нейросети, с определением точных координат

ЛИТЕРАТУРА

1. Интернет сайт Министерства по чрезвычайным ситуациям

Республики Беларусь [Электронный ресурс]
<https://mchs.gov.by/glavnoe/493118.pdf> Дата доступа 10.11.2025.

2. Котов, П. М. Тактика поиска пострадавших как эффективное использование беспилотного летательного аппарата в МЧС / М. П. Котов, Д. В. Безмен, И. И. Коваленко // Беспилотные аппараты «БПЛА – 2024» : сборник статей Междунар. молодежного форума, Минск, 22–26 апреля 2024 г. - Минск : БГТУ, 2024. – С. 34-36.

3. Интернет сайт Сообщества людей с разными интересами [Электронный ресурс] <https://habr.com/ru/companies/ods/articles/483616/>.pdf Дата доступа 10.11.2025.

4. Интернет сайт Белтелерадиокомпаний [Электронный ресурс] https://news.by/news/obshchestvo/kakuyu_tekhniku_ispolzuyut_spasateli_dlya_poiska_lyudey.pdf Дата доступа 09.11.2025.

УДК 629.7-519:551.578.462

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ ТАЯНИИ ЛЬДОВ

Турейский Н.Н., Минаков П.А.

Университет гражданской защиты

Таяние льдов, интенсифицируемое изменением климата, напрямую угрожает жизни людей, создавая новые риски в горных и прибрежных регионах. Беспилотные летательные аппараты (БЛА) становятся критическим инструментом спасения, обеспечивая оперативное предупреждение, мониторинг и ликвидацию последствий ледниковых катастроф.

Основные направления спасательного применения:

1. Раннее предупреждение и мониторинг чрезвычайных ситуаций:

Прорывы ледниковых озер: БЛА проводят регулярный мониторинг наполнения потенциально опасных озер, отслеживают стабильность ледяных дамб и ледников, что позволяет спрогнозировать прорыв и заблаговременно эвакуировать население из зон риска.

Обвалы льда и ледопады: таяние дестабилизирует склоны. С помощью БЛА картографируют зоны риска и отслеживают движение ледников и скальных масс, угрожающих населенным пунктам и туристическим маршрутам.

2. Оперативная разведка в зоне бедствия:

При прорыве ледникового озера или сходе селевого потока БЛА быстро и безопасно обследуют зону ЧС, определяя масштабы разрушений, основные маршруты движения паводковых вод и идентифицируя участки,

отрезанные от связи, куда невозможно оперативно добраться наземными силами.

3. Поиск и спасение пострадавших:

Поиск в труднодоступной местности: оснащенные тепловизорами и мощными зумами, БЛА ведут поиск пропавших альпинистов, туристов или местных жителей в сложном рельефе (трещины, морены, зоны обвалов), где вертолеты не всегда могут летать низко и безопасно.

Доставка экстренных грузов: малые БЛА способны точно доставить пострадавшим в изолированной зоне необходимое снаряжение (рации, медикаменты, продукты, термоодеяла) до прибытия полноценной спасательной группы.

4. Оценка безопасности маршрутов:

Спасательные службы используют БЛА для инспекции состояния ледовых переправ, горных троп и ледников перед проведением операций или для предупреждения туристических групп об опасностях (скрытые трещины, участки подтаявшего снега).

5. Преимущества БЛА в спасательных операциях:

Скорость и оперативность: развертывание за минуты, что критично в «золотые часы» спасательных работ.

Безопасность спасателей: исключается риск попадания групп в лавину, обвал или паводок во время первичной разведки.

Всепогодность и автономность: современные модели способны работать в сложных метеоусловиях, типичных для высокогорий.

Эффективность поиска: тепловизоры и системы ИИ-анализа видео позволяют обнаружить человека ночью, в тумане или под тонким слоем снега.

Таким образом, применение беспилотных летательных аппаратов в контексте таяния льдов кардинально повышает эффективность и безопасность спасательных операций. БЛА позволяют перейти от реагирования на последствия катастроф к их активному предупреждению за счет мониторинга опасных зон и раннего прогнозирования угроз. В условиях непосредственного бедствия они обеспечивают критически важные возможности по оперативной разведке, поиску пострадавших и доставке экстренной помощи в труднодоступные районы. Интеграция беспилотных технологий в работу спасательных служб становится не просто технологическим улучшением, а необходимым условием для минимизации человеческих потерь в условиях растущих рисков, вызванных изменением климата и таянием криосферы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воздушный кодекс Республики Беларусь – Кодекс Республики Беларусь от 16 мая 2006 года № 117-3.
2. Авиационные правила организации и выполнения полётов государственных воздушных судов Республики Беларусь – утверждены

Постановлением Министерства обороны Республики Беларусь от 06.07.2022 г. № 33.

СЕКЦИЯ 4

СВЯЗЬ И ОПОВЕЩЕНИЕ В ОРГАНАХ И ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ.

УДК 614.847.7

ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВОЙ СВЯЗИ В ОРГАНАХ И ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Гаврошко В.С., Симонов А.Е., Федькович В.А.

Университет гражданской защиты

Цифровизация связи в системе ОПЧС Республики Беларусь является стратегическим направлением повышения эффективности реагирования на чрезвычайные ситуации. Внедрение современных телекоммуникационных решений – от IMS-платформ до защищённых мобильных сетей — обеспечивает устойчивую, быструю и безопасную коммуникацию между подразделениями. В докладе рассматриваются этапы цифровой трансформации, нормативно-правовая база, технические решения и перспективы развития связи в контексте Государственной программы «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 годы.

Органы и подразделения по чрезвычайным ситуациям (ОПЧС) Республики Беларусь в последние годы активно модернизируют системы связи, переходя от аналоговых решений к цифровым платформам. Это обусловлено необходимостью обеспечения устойчивой связи в условиях ЧС, интеграции с системами мониторинга и управления, а также соответствия международным стандартам.

Согласно данным Министерства связи и информатизации, к IMS-платформе подключено более 3,8 млн абонентов, что позволяет использовать единую цифровую инфраструктуру для передачи голоса, данных и видеосигнала. В рамках Государственной программы «Цифровое развитие Беларуси» реализуются мероприятия по внедрению технологий TETRA и LTE в службах МЧС, обеспечивающих защищённую радиосвязь с высоким уровнем помехоустойчивости и шифрования.

Основные направления цифровизации связи в ОПЧС:

- Переход на IMS-платформу – унификация каналов связи, интеграция с системами управления;

- Внедрение TETRA-сетей – цифровая радиосвязь с возможностью группового вызова, передачи данных и геолокации;
- Использование LTE-сетей – мобильная широкополосная связь для видеонаблюдения, телеметрии и координации;
- Интеграция с платформами электронного правительства – автоматизация обмена служебной информацией, доступ к реестрам и базам данных;
- Разработка мобильных приложений для оперативной связи с населением и внутри подразделений.

Нормативная база и стандартизация:

Цифровизация связи в ОПЧС осуществляется в соответствии с положениями Государственной программы «Цифровое развитие Беларуси», а также техническими регламентами, утверждёнными МЧС и Минсвязи. Особое внимание уделяется информационной безопасности, включая защиту каналов связи, шифрование и контроль доступа.

Проблемы и вызовы:

- Фрагментарность оборудования — необходимость унификации технических решений;
- Ограниченный охват LTE в сельских районах — снижение качества связи в удалённых зонах;
- Недостаточная подготовка персонала — потребность в обучении цифровым технологиям;
- Финансовые ограничения — высокая стоимость внедрения современных решений.

Перспективы развития:

- Создание единой цифровой платформы связи для всех подразделений ОПЧС;
- Расширение зоны покрытия LTE и TETRA в труднодоступных регионах;
- Повышение цифровой грамотности сотрудников через специализированные курсы;
- Использование искусственного интеллекта и Big Data для анализа и прогнозирования ЧС.

Цифровая трансформация связи в ОПЧС Республики Беларусь – это не только технологический, но и организационный процесс, требующий координации усилий государственных органов, научных учреждений и технических специалистов. Успешная реализация программ цифровизации позволит значительно повысить эффективность реагирования на чрезвычайные ситуации и обеспечить безопасность граждан.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ивашко В.М. Основные положения Стратегии цифрового развития Республики Беларусь // Белорусская государственная академия связи. — 2022. С.67.

2. Трейтякова Е.В. Цифровое развитие Республики Беларусь: проблемы и перспективы // ГГТУ им. П.О. Сухого. — 2021. С.32.

3. Сидорчук И.П., Охрименко А.А., Крысь Е.Г. Государственно-правовое регулирование процессов цифровизации в Беларуси // БГУИР. — 2021. С.54.

УДК 004:614.8

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СВЯЗИ (5G, IoT, СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ) ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ОПЕРАТИВНОСТИ РЕАГИРОВАНИЯ НА ЧС

Кроливец А.В., Киселёв А.С.

Бусел М.О., Нахай Д.М.

Университет гражданской защиты

В контексте возрастающих вызовов и сложности чрезвычайных ситуаций, целесообразное и поэтапное внедрение передовых технологий связи – таких как сети 5G, платформы Интернета вещей (IoT) и современные спутниковые системы – является критически важным направлением для стратегического развития Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (далее – МЧС), поскольку позволяет значительно повысить оперативность, надежность и эффективность реагирования на чрезвычайные ситуации (далее – ЧС) за счет обеспечения бесперебойной передачи данных, расширенной ситуационной осведомленности и оптимизированной координации сил и средств.

Новый стандарт мобильной связи 5G открывает горизонты для Интернета вещей, автономного транспорта и разнообразной техники. Он существенно превосходит 4G, предлагая не только колоссальное ускорение мобильного интернета для смартфонов и планшетов, но и множество новаторских решений, каждое из которых требует специфических подходов. Как же будет функционировать 5G и какова его реальная потребность, учитывая, что сверхскоростной мобильный интернет уже доступен? По прогнозам Ericsson, будущее связано с беспилотными и сетевыми автомобилями, способными мгновенно обмениваться информацией. В критической ситуации ближайший автомобиль уведомит следующие машины об аварии, позволяя им заблаговременно замедлиться или скорректировать маршрут в объезд пробок. Автомобильные сенсоры, получая точные данные о погоде через 5G, будут автоматически оптимизировать траекторию движения. [1]

Потенциал 5G:

- 1) Высокая скорость передачи данных и низкая задержка: мгновенная передача видео с места ЧС, данных с датчиков.
- 2) Массовые подключения: возможность интеграции огромного количества IoT-устройств.
- 3) Нарезка сети: выделение приоритетных каналов для экстренных служб.

Системы спутниковой связи, в свою очередь, предоставляют возможность организации коммуникации между пользователями стационарных телефонных сетей, абонентами, находящимися на больших расстояниях, а также мобильными терминалами, установленными на различных видах транспорта. Принцип построения связи заключается в передаче сигналов через искусственный спутник Земли-ретранслятор, работающий в микроволновом диапазоне. Наземная станция отправляет сигнал спутнику, который затем ретранслирует его на приемную наземную станцию или на другой спутник, в зоне видимости которого находится вызываемый абонент. Обе наземные станции подключены к магистральным линиям связи, обеспечивая выход в общие сети (телефонную, сотовую и т.д.). [2]

Навигационная информация, получаемая через спутниковые системы, представляет огромную ценность для различных ведомств, включая МЧС. В структуре МЧС спутниковая связь используется для обеспечения голосовой и факсимильной связи, передачи данных оперативным группам в зонах ЧС с нарушенной наземной инфраструктурой. Также она необходима для навигации и контроля за передвижением техники МЧС при выполнении гуманитарных и спасательных задач. Благодаря подсистемам спутниковой связи МЧС успешно решает задачи по предотвращению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Станции спутниковой связи Inmarsat BGAN, установленные на мобильных платформах, создают единое информационное пространство, связывая их с Автоматизированной информационно-управляющей системой (АУС) МЧС, что обеспечивает видеосвязь с группами, работающими в эпицентре ЧС. Универсальность спутниковых телефонов Globalstar, способных работать как в спутниковом, так и в сотовом режиме (GSM, CDMA, AMPS), делает их востребованными в МЧС, поскольку это устраняет необходимость прямой видимости с аппаратом и спутником.

Потенциал спутниковых систем:

- 1) Глобальное покрытие: связь в труднодоступных и удаленных районах, где наземная инфраструктура разрушена или отсутствует.
- 2) Устойчивость: независимость от наземной инфраструктуры, резервный канал связи.
- 3) Геопозиционирование и мониторинг: точное определение координат, отслеживание перемещений.

Потенциал IoT:

1) Сенсоры и датчики: раннее обнаружение угроз (пожары, утечки, наводнения), мониторинг критической инфраструктуры.

2) Носимые устройства: мониторинг состояния спасателей, их местоположения.

3) Умный город/регион: интеграция данных от различных систем для создания единой картины ЧС.

Синергетический эффект: Интеграция этих технологий создает качественно новую систему, обеспечивающую:

1) Беспрецедентную ситуационную осведомленность.

2) Ускоренное принятие решений.

3) Эффективную координацию.

4) Повышение безопасности личного состава

ЛИТЕРАТУРА

1. Сидарков В.А. Мобильные сети нового поколения 5G: материалы VII Междунар. заочной научн.-практ. конф., Минск, 30 апреля 2021 г. – Минск: УГЗ, 2021. – С. 63.

2. Сидарков В.А. Применение спутниковой связи и навигации в МЧС: материалы VII Междунар. заочной научн.-практ. конф., Минск, 30 апреля 2021 г. – Минск: УГЗ, 2021. – С. 66.

УДК 614.847.7

СВЯЗЬ И ОПОВЕЩЕНИЕ В ОРГАНАХ И ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ

Симонов А.Е., Гаврошко В.С., Федькович В.А.

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Современная пожарная аварийно-спасательная, инженерная и вспомогательная техника (ПАСТ) представляет собой сложный и высокотехнологичный комплекс, являющийся материальной основой эффективности действий подразделений МЧС. От ее технической готовности и грамотной эксплуатации напрямую зависят успех ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, сохранение жизни людей и материальных ценностей. Современные вызовы требуют не только поддержания существующего парка в рабочем состоянии, но и его качественной трансформации на основе внедрения прорывных технологий.

Современное состояние и ключевые проблемы Эксплуатация ПАСТ сегодня – это целостная организационно-техническая система, включающая

техническое обслуживание, диагностирование, ремонт, логистику и подготовку кадров. Однако она сталкивается с серьезными проблемами. Высокая стоимость жизненного цикла специализированных образцов техники составляет значительную часть бюджета подразделений. Возрастающая сложность диагностики и ремонта, обусловленная насыщенностью современной техники электронными системами управления, телематики и навигации, требует новых компетенций от технического персонала.

Существующий парк зачастую не адаптирован для ликвидации новых видов ЧС, таких как пожары электромобилей с литий-ионными аккумуляторами, требующие специальных тактических приемов и средств тушения. Кроме того, зависимость от импортных комплектующих создает риски для бесперебойного функционирования техники в условиях изменяющейся экономической обстановки.

Перспективы развития Ответом на существующие вызовы должна стать комплексная модернизация, основанная на внедрении передовых технологий. Ключевым направлением является цифровизация и внедрение технологий «Индустрии 4.0».

Создание «цифровых двойников» позволит прогнозировать остаточный ресурс узлов и агрегатов, отрабатывать сценарии эксплуатации и проводить виртуальные тренировки. Внедрение предиктивной аналитики на основе Big Data и искусственного интеллекта обеспечит переход от планово-предупредительного обслуживания к обслуживанию по фактическому состоянию. Развитие систем телематики с датчиками мониторинга ключевых параметров техники в реальном времени необходимо для анализа эксплуатационных нагрузок и планирования ТО.

Важным направлением является роботизация и внедрение беспилотных технологий. Пожарные роботы становятся незаменимыми для работы в зонах высоких температур и химического заражения. Беспилотные летательные аппараты эволюционируют от разведки к выполнению прикладных задач: доставке средств спасения и точечной подаче огнетушащих веществ.

Перспективно развитие наземных роботизированных комплексов для разведки в завалах. Повышение автономности и энергоэффективности предполагает разработку пожарных автомобилей на электродвигателях и гибридных установках. Это обеспечит нулевые выбросы на месте работы, что критически важно для тушения в метро, торговых центрах и больницах. Использование альтернативных источников энергии, таких как солнечные панели, позволит снизить зависимость от традиционных источников.

Для повышения гибкости применения и снижения затрат необходима оптимизация конструкторских решений на основе модульности и унификации. Платформенный подход с использованием унифицированных шасси и сменных модулей позволит быстро адаптировать технику под различные задачи. Унификация узлов и агрегатов упростит систему снабжения запчастями, снизит стоимость ремонта и облегчит подготовку специалистов.

Современная система эксплуатации ПАСТ трансформируется в интеллектуальную систему управления жизненным циклом техники. Перспективы развития связаны с интеграцией цифровых технологий, внедрением робототехнических комплексов, переходом на энергоэффективные силовые установки и реализацией принципов модульности.

Реализация этих направлений требует консолидированных усилий науки, промышленности и практических подразделений МЧС. Университеты гражданской защиты играют ключевую роль в подготовке квалифицированных инженеров-спасателей, способных развивать технический арсенал службы спасения для адекватного ответа на современные вызовы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия развития пожарной аварийно-спасательной техники в Республике Беларусь на период до 2035 года: основные положения / А.В. Иванов [и др.] // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2023. – № 2. – С. 15–25.
2. Применение беспилотных авиационных систем в интересах МЧС: монография / В.Г. Сидоренко, П.Н. Козлов. – Минск: БГУ, 2022. – С.187.
3. Цифровые двойники в управлении жизненным циклом сложной технической системы / Д.И. Новиков // Информационные технологии. – 2020. – Т. 26, № 5. – С. 290–297.
4. 4.Цифровая трансформация систем управления силами и средствами РСЧС: проблемы и решения / Д.И. Новиков // Информационные технологии. – 2022. – Т. 28, № 3. – С. 45–52.

СЕКЦИЯ 5 ПЕРВЫЙ ШАГ В НАУКУ

УДК 369.2

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРМОГРАФИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ В ОБНАРУЖЕНИИ СКРЫТЫХ ОЧАГОВ ВОЗГОРАНИЯ

Аксак Н.А.

Университет Гражданской Защиты

Термографическая съемка представляет собой современный метод, основанный на использовании инфракрасной технологии для обнаружения температурных аномалий. В контексте пожарной безопасности этот метод становится особенно актуальным для выявления скрытых очагов возгорания, которые могут представлять серьезную угрозу как для жизни людей, так и для материальных ценностей.

Термографические камеры фиксируют инфракрасное излучение, испускаемое объектами, и преобразуют его в визуальные изображения, позволяя специалистам видеть температурные различия. Это позволяет быстро идентифицировать участки с повышенной температурой, которые могут указывать на наличие скрытого возгорания.

Ограниченная эффективность в сложных условиях:

1. Высокая влажность, запыленность и препятствия могут исказить результаты.
2. Необходимость квалифицированного персонала: Неправильная интерпретация данных может привести к ложным выводам.
3. Высокая стоимость оборудования: Инфракрасные камеры могут быть дорогими, что ограничивает доступность для некоторых организаций.
4. Поверхностное обнаружение: Термография выявляет только поверхностные аномалии, скрытые очаги могут оставаться незамеченными.
5. Влияние внешних факторов: Ложные положительные результаты из-за внешних источников тепла могут затруднять диагностику.
6. Необходимость комплексного подхода: Термография должна использоваться в сочетании с другими методами для повышения эффективности.

Решение данных проблем:

1. Проведение съемки в оптимальных условиях и использование дополнительных методов для подтверждения.
2. Обучение сотрудников и привлечение сертифицированных специалистов.
3. Инвестиции в оборудование как часть комплексной системы безопасности или аренда.
4. Использование термографии в сочетании с другими методами (например, ультразвуковыми).
5. Калибровка оборудования и анализ данных с учетом внешних условий.
6. Разработка интегрированной системы мониторинга и диагностики.

Использование термографической съемки в обнаружении скрытых очагов возгорания является высокоэффективным инструментом в арсенале пожарной безопасности. Он позволяет существенно повысить безопасность объектов и снизить риски возникновения серьезных последствий от пожаров. Внедрение данной технологии в практику работы пожарных служб и инспекций может значительно улучшить результаты профилактических мероприятий и оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голубев, В. В. (2015). "Термография в пожарной безопасности." *Пожарная безопасность*, № 3, с. 45-50.
2. Захаров, А. И., Петров, С. Н. (2018). "Использование инфракрасной термографии для диагностики электрооборудования." *Электрические станции*, № 12, с. 24-27.
3. Кузнецов, А. А. (2017). "Современные методы контроля тепловых режимов в зданиях." *Строительная механика*, № 5, с. 15-20.
4. Лебедев, И. Н., Сидоров, Д. В. (2020). "Инфракрасная термография как метод оценки состояния строительных конструкций." *Научные труды МГСУ*, № 1, с. 78-83.

ОПТИМИЗАЦИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ОЦЕНКИ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ВЕТРОВАЛОВ

Алешкевич Д.М., Ребко Д.В.

Университет гражданской защиты

Ежегодно шквалистый ветер и ураганы, приводят к массовому повреждению и вывалу деревьев. Особую тревогу вызывает тенденция к учащению экстремальных погодных явлений. Согласно статистическим отчетам, количество дней с порывами ветра свыше 15 м/с в Беларуси увеличилось на 18% за последнее десятилетие, а повторяемость шквалов

возросла в 1,5 раза [1]. В условиях наблюдаемых климатических изменений необходима разработка эффективных систем оперативной диагностики и превентивной оценки рисков ветровала.

Одним из важных направлений разработки системы оценки рисков является определение различных параметров лесных массивов по фотографиям в реальном времени. Современным инструментом для определения параметров деревьев и лесных массивов по фотографиям является *семантическая сегментация* – возможность систем компьютерного зрения, заключающаяся в присвоении каждому пикселю изображения метки, указывающей на принадлежность к определенному классу объектов (в данном случае — «дерево», «фон»). Однако развертывание точных нейросетевых моделей сегментации (таких как U-Net, DeepLab) на мобильных устройствах сталкивается с проблемой ограниченных вычислительных ресурсов, объема памяти и энергопотребления [2]. В связи с этим актуальной является задача оптимизации таких моделей для работы в мобильных приложениях без значительной потери точности.

Для решения задачи сегментации деревьев на фотографиях были рассмотрены и выбраны две современные архитектуры сверточных нейронных сетей:

- *U-Net* [4] – изначально разработан для биомедицинской сегментации. Имеет encoder-decoder структуру с skip-connections, что позволяет эффективно сочетать контекстную информацию («что изображено») и пространственные детали («где расположено»). Это делает U-Net особенно эффективным для точного выделения границ объектов, таких как кроны деревьев.

- *DeepLab* (в частности, DeepLabv3+) [5] – использует атроконволюцию и ASPP (Atrous Spatial Pyramid Pooling) модуль для захвата контекста на нескольких масштабах, что позволяет точно сегментировать объекты разных размеров даже на сложном фоне.

В качестве базовой архитектуры для сегментации была выбрана *U-Net*, хорошо зарекомендовавшая себя в задачах биомедицинской и спутниковой сегментации [3], а также в задачах анализа изображений крон деревьев [4]. Для оптимизации модели применялся комплекс методов таких, как:

1. *Квантизация весов* (Post-training Quantization) – преобразование 32-битных весов в 8-битные целочисленные значения с использованием метода полного целочисленного квантования (Full Integer Quantization) через TensorFlow Lite [5].

2. *Призматирование* (Pruning) – отсечение малозначимых весов и связей в нейросети для уменьшения её размера и ускорения вывода. Применялся метод Magnitude-based Pruning.

3. *Замена стандартных сверток на глубинные разделяемые свертки* (Depthwise Separable Convolutions), что позволяет значительно сократить количество вычислительных операций [6].

4. *Изменение глубины базового энкодера* (например, использование MobileNetV3 вместо ResNet50) для снижения вычислительной сложности.

5. *Онлайн-адаптация модели.* Рассмотрена возможность инкрементального дообучения модели непосредственно на мобильном устройстве для адаптации к локальным условиям съемки

Для обучения и валидации моделей использовался открытый датасет изображений городских деревьев [4], дополненный данными, полученными с камер смартфонов.

Процесс оптимизации включал следующие этапы:

1. *Предобучение полной модели U-Net с энкодером ResNet50 на задаче сегментации кроны и стволов деревьев.*

2. *Постепенное применение методов оптимизации:* замена энкодера на MobileNetV3, внедрение глубоких сверток, призматирование и последующая дообучение.

3. *Конечная квантизация оптимизированной модели в формат TensorFlow Lite.*

4. *Сравнительное тестирование* исходной и оптимизированной моделей по метрикам точности (mIoU, Dice Coefficient) и производительности (время вывода на процессоре Android, размер модели).

В результате применения комплекса методов оптимизации удалось достичь следующих показателей для модели на тестовой выборке:

- *Размер модели* сократился с 89 МБ до 4.2 МБ (более чем в 21 раз).
- *Среднее время вывода* на процессоре мобильного устройства сократилось с 890 мс до 65 мс (ускорение более чем в 13 раз).
- *Точность сегментации (mIoU)* уменьшилась с 0.87 до 0.82, что является приемлемым для большинства прикладных задач мониторинга [2,4].

Апробация оптимизированной модели в мобильном приложении для оценки лесных насаждений подтвердила её работоспособность в реальных условиях.

Проведенное исследование показало эффективность комплексного подхода к оптимизации нейросетевых моделей сегментации для мобильных устройств. Применение методов квантизации, призматирования и использования мобильных архитектур позволило достичь значительного выигрыша в производительности и размере модели при незначительной потере точности. Оптимизированная модель пригодна для интеграции в мобильные приложения, предназначенные для задач экологического мониторинга, лесного хозяйства и городского планирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белгидромет. Оценка изменений климатических условий на территории Республики Беларусь за период 2013–2023 гг. – Минск, 2024. – С. 67–71.
2. Никитина, А. А. Современные методы семантической сегментации изображений для мониторинга растительности / А. А. Никитина [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2024. – Т. 7, № 2. – URL: <https://jfsi.ru/7-2-2024-nikitina/> (дата обращения: 10.02.2025).

3. Ronneberger, O. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation / O. Ronneberger, P. Fischer, T. Brox // Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI). – 2015. – P. 234–241. – URL: <https://arxiv.org/abs/1505.04597> (date of access: 10.02.2025).
4. Chen, W. Deep learning-based segmentation of individual tree crowns in urban areas from high-resolution imagery / W. Chen [et al.] // Frontiers in Plant Science. – 2023. – Vol. 14. – URL: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2023.1327163/full> (date of access: 10.02.2025).
5. TensorFlow Lite: Оптимизация моделей для мобильных устройств и микроконтроллеров [Электронный ресурс] // Habr. – 2023. – URL: <https://habr.com/ru/companies/surfstudio/articles/728554/> (дата обращения: 10.02.2025).
6. Howard, A. G. MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications / A. G. Howard [et al.] // arXiv preprint. – 2017. – URL: <https://arxiv.org/abs/1704.04861> (date of access: 10.02.2025).
7. Практическое руководство по использованию TensorFlow Mobile для iOS и Android [Электронный ресурс] // Neurohive. – URL: <https://neurohive.io/ru/tutorial/tensorflow-mobile-ios-android/> (дата обращения: 10.02.2025).

УДК 614.841.45

ФОРМУЛЫ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОЖАРА

Белоцкий А.Ю., Миканович Г.В.

Университет гражданской защиты

Площадь и периметр являются пространственными параметрами пожара, которые используются при решении пожарно-тактических задач [1].

Формулы для расчета площади и периметра пожара в помещении являются, по сути, математическими формулами параметров соответствующих геометрических фигур, рассмотренные, однако, лишь для частных случаев [2]. В формулах площади лесного пожара взаимосвязи с геометрическими формулами математики не выявлено. Имеющиеся формулы громоздки, включают в себя большое количество величин, требующих дополнительных расчетов. Формулы для расчета периметра такого пожара не приводятся вовсе [3; 4].

Использование геометрического подхода и применение математических формул упрощает процесс определения площади пожара сложной формы, дает возможность определить его периметр.

Для реализации поставленной цели фигура пожара разбивается на части. Прямыми отсекаются части кривой, являющейся границей фигуры. Участки плоскости, ограниченные частью кривой и построенной прямой, рассматриваются как криволинейные трапеции. Оставшийся многоугольник разбивается на треугольники (Рисунок 1).

Данное разбиение является вариативным.

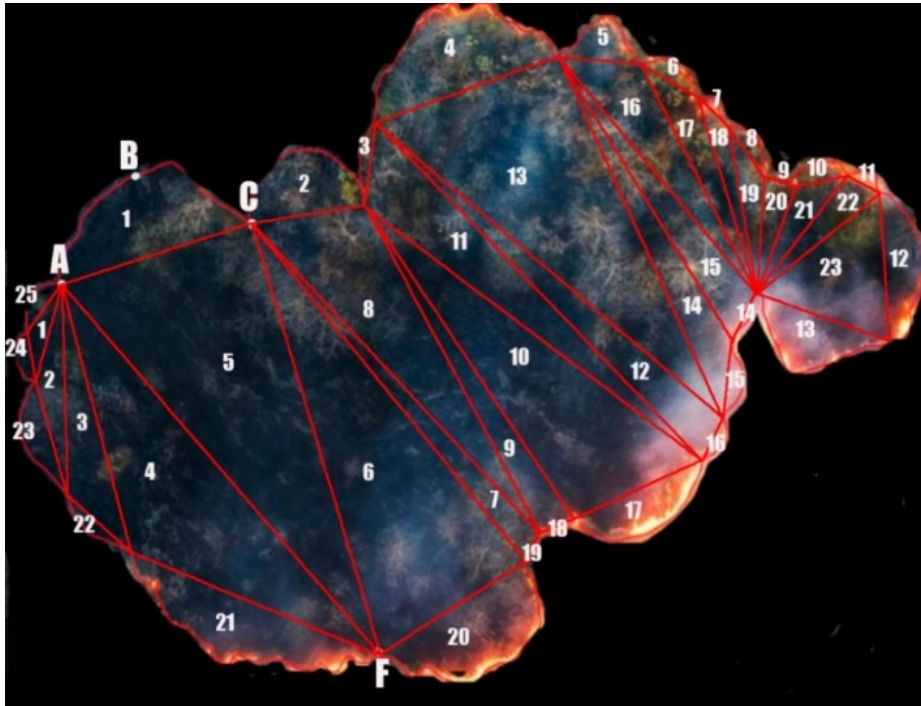


Рисунок 1

Каждый участок кривой можно условно представить как параболу.

Квадратичная функция, задающая параболу, имеет вид (1)

$$f(x) = ax^2 + bx + c = a(x - x_1)(x - x_2). \quad (1)$$

Вводятся допущения: $A(0; 0)$, $C(\Delta x; 0)$, $B(x_B; y_B)$, $x_e = -\frac{b}{2a} = \frac{\Delta x}{2}$.

Тогда коэффициент квадратичной функции $c = 0$, $x_1 = 0$, $x_2 = \Delta x$.

Коэффициенты a и b определяются по формулам (2):

$$a = -\frac{4y_e}{(\Delta x)^2} \quad b = \frac{4y_e}{\Delta x} \quad (2)$$

Δx и y_B определяются путем прямых измерений.

Квадратичная функция с учетом $c = 0$ принимает вид (3)

$$f(x) = ax^2 + bx. \quad (3)$$

Площадь каждой криволинейной трапеции определяется по формуле (4):

$$S_i = \int_{x_1}^{x_2} f(x)dx = \int_0^{\Delta x} (ax^2 + bx)dx = \left(\frac{a}{3} \cdot x^3 + \frac{b}{2} \cdot x^2 \right) \Big|_0^{\Delta x} = \frac{a(\Delta x)^3}{3} + \frac{b(\Delta x)^2}{2}. \quad (4)$$

Для расчета площадей треугольников используется формула Герона (5):

$$S_{\Delta_j} = \sqrt{p(p-n)(p-m)(p-k)}, \quad (5)$$

где p – полупериметр треугольника, n, m, k – величины трех сторон треугольника.

Каждый участок кривой описывается формулой (3).

Тогда:

$$f'(x) = 2ax + b \quad (6)$$

По формуле длины дуги (7):

$$l_i = \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{1 + (f'(x))^2} dx = \int_0^{\Delta x} \sqrt{1 + (2ax + b)^2} dx \quad (7)$$

В процессе интегрирования формула (7) преобразуется в формулу для расчета длины кривой, ограничивающей сверху рассматриваемую криволинейную трапецию (8):

$$l_i = \frac{1}{4a} \left((2a(\Delta x) + b) \sqrt{1 + (2a(\Delta x) + b)^2} - b \sqrt{1 + b^2} \right) + \frac{1}{4a} \left(\ln \left| \frac{2a(\Delta x) + b + \sqrt{1 + (2a(\Delta x) + b)^2}}{b + \sqrt{1 + b^2}} \right| \right) \quad (8)$$

Площадь и периметр изображения пожара определяются как сумма всех соответствующих элементов. Для определения параметров самого пожара необходимо учесть масштаб изображения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Подгрушный А.В. Методические указания к решению тактических задач по теме «Основы прогнозирования обстановки на пожаре. Локализация и ликвидация пожаров» / А.В. Подгрушный, Б.Б. Захаревский, А.Н. Денисов, Ю.М. Сверчков. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2005.- 37 с.
2. Ермилов А. В., Белорожев О. Н., Никишов С. Н., Баканов М. О. Тактика тушения пожаров: практикум. – Иваново: Ивановская пожарноспасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – 102 с.
3. Ефименко В.М. Лесная пирология: практическое пособие / В. М. Ефименко, Е. Н. Каткова; М-во образования Республики Беларусь, Гом. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2015. – 43 с.
4. Петухов В.И. «Пожарная безопасность» очной и заочной форм обучения. Ч. 1: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.dvfu.ru/upload/medialibrary/792/Petuxov_V.I.,_Olishevskij_A.T.,_Chernysh_O.G._Pozharnaya_bezopasnost.pdf – Дата доступа: 10.10.2025

ОШИБКИ ФОРМИРОВАНИЯ ОТМЕТОК ИМИТИРОВАННЫХ САМОЛЕТОВ В ПОДСИСТЕМЕ ТРЕНАЖА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПУНКТА НАВЕДЕНИЯ АВИАЦИИ

Высоцкий Д.В.; Хижняк Е.И.

Хижняк А.В.

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

Модель процесса наведения в режиме «Тренаж» автоматизированного пункта наведения авиации не позволяет обеспечить взаимодействие офицеров боевого управления и экипажей самолетов при выполнении ими задач по предназначению. Кроме того, при задании параметров тренажных траекторий движения истребителя-перехватчика и воздушной цели (ВЦ) не обеспечивается требуемая точность их положения в воздушном пространстве. Это связано с особенностями формирования координатной информации имитируемых воздушных объектов. Данная особенность заключается в том, что к координатной информации, формируемой задающим генератором штатного имитатора, случайным образом добавляются средние квадратические значения ошибок по азимуту, дальности и высоте при каждом обновлении информации. Ниже подробно показано к чему могут привести эти ошибки, если при существующем способе задания параметров движения воздушных объектов использовать в подсистеме тренажа компьютерные симуляторы авиационной техники.

Из руководства по эксплуатации комплекса средств автоматизации радиотехнических войск известно, что параметры сигналов имитации в комплексах средств автоматизации определяются параметрами средств радиолокации, установленных в соответствии с технической документацией, т. е. к координатам имитированных отметок, формируемых задающим генератором, добавляются значения средних квадратических ошибок по азимуту, дальности и высоте для радиолокационных станций согласно рекомендованной таблице 1. [1].

Таблица 1 – Значения средних квадратических ошибок для радиолокационной информации

Средняя квадратическая ошибка, σ	РЛС		
	19Ж6, 22Ж6, 55Ж6	П-19, П-37	П-18, 5Н84-А
По азимуту, мин	45	45	60

По дальности, м	500	500	1000
По высоте, м	300	—	—

На примере работы имитатора радиолокационной станции 19Ж6 была рассчитана средняя квадратическая ошибка по трем координатам для различных дальностей до ВЦ.

На рисунке 1 схематично показано формирование линейной ошибки d по азимуту.

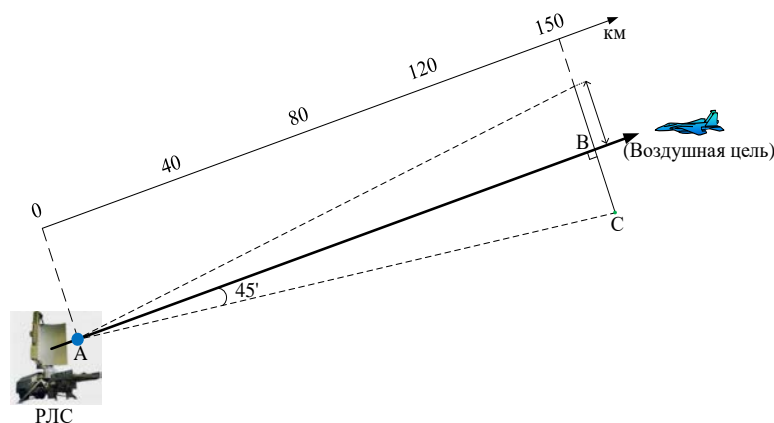


Рисунок 1 – Пример формирования ошибки положения ВЦ по азимуту

На рисунке 2 представлены расчеты ошибки по положению ВЦ для имитатора радиолокационной станции 19Ж6 от дальности. Например, на дальности 150 км ошибка d составляет примерно 2 км.

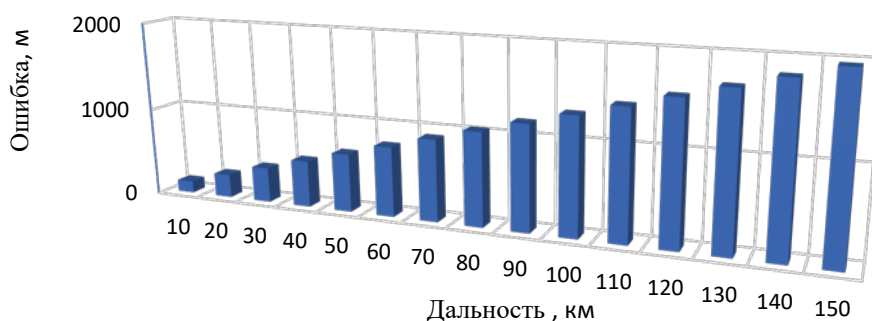


Рисунок 2 – Значения ошибки линейного отклонения ВЦ для имитатора радиолокационной станции 19Ж6 в зависимости от дальности

Следует отметить, что среднее квадратическое значение ошибок имитатора по азимуту для РЛС старого парка будут еще больше. Так, для имитатора РЛС П-18 с средним квадратическим значением ошибки по азимуту в 1° на дальности в 150 км значение ошибки d составит 2,62 км.

При таком подходе визуальное обнаружение ВЦ невозможно. Когда свой самолет выводится на дальность применения пушечного вооружения, тогда самолет противника должен отобразиться на индикаторе на лобовом стекле, т.е. достаточно точно. Если синхронизацию осуществлять от штатного имитатора при ошибках, о которых я сказал выше, то каждые 10 с, соответствующих темпу обмена в АСУ, самолет противника будет «скакать» по экрану на линейный сдвиг, соответствующий угловой ошибке. Следовательно, использование штатного имитатора для проведения тренировок с использованием компьютерных симуляторов авиационной техники неприемлемо. Необходимо увеличивать темп обмена информацией, а также повышать точность определения оценок координат отметок с компьютерных симуляторов авиационной техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Высоцкий, Д. В. Применение компьютерных симуляторов авиационной техники для подготовки боевых расчетов АПНА «Спрут» в режиме «Тренаж» / Д. В. Высоцкий, А. В. Хижняк // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь, 2022. – № 4 (77). – С. 24 – 31.
2. Руководство по эксплуатации изделия 7В960. Использование по назначению. Руководство оператора. Ч.3. – 337 с. – ЕИРВ. 461311.001 РЭЗ.
3. Крылович, А. И. Теория обработки радиолокационной информации в АСУ / А. И. Крылович, А. П. Янцев. – МВИЗРУ ПВО, 1974. – 217 с.

УДК 535.31

ШИРОКОУГОЛЬНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОДНОЭЛЕМЕНТНОГО ИНФРАКРАСНОГО ПРИЕМНИКА

Горшанов В.Ю., Михнёнок Е.И.

Хижняк А.В.

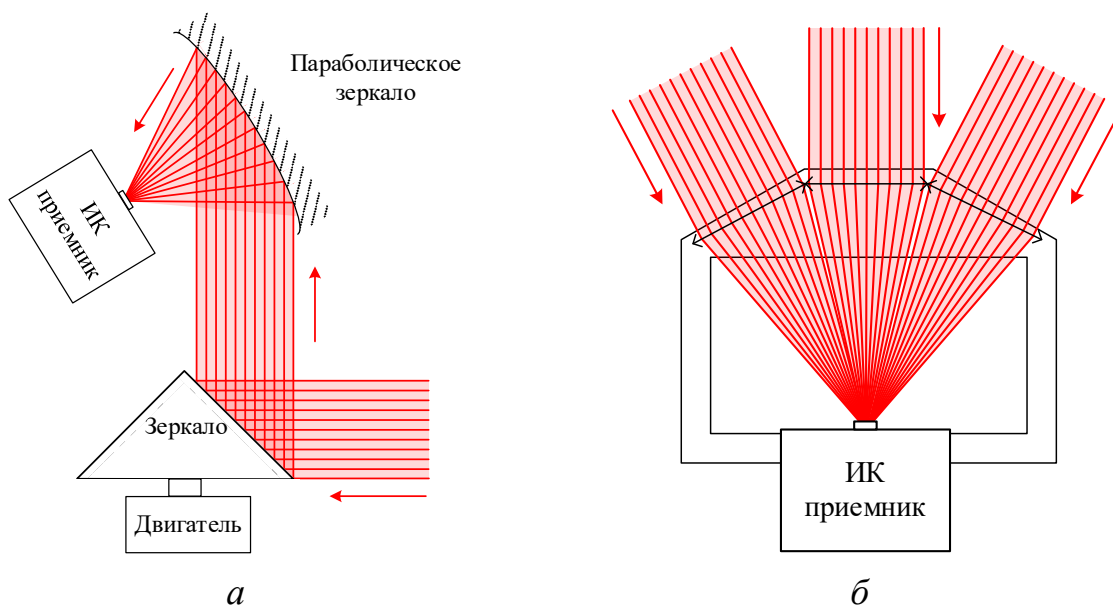
Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

На данный момент основным средством обнаружения низковысотных летательных целей (НЛЦ) являются радиолокационные системы. Создание сплошного радиолокационного поля на предельно малых высотах вдоль границы сопряжено с объективными трудностями. С одной стороны это большие материальные затраты, с другой – активный характер работы радиолокационных станций демаскирует их позиции, что позволяет эффективно им противодействовать. При этом существует множество

факторов, ограничивающих возможности радиолокационной станции при обнаружении НЛЦ: пассивные помехи от подстилающей поверхности, рельеф местности, объекты инфраструктуры и др. Одним из ключевых факторов является полет цели ниже уровня радиогоризонта, который зависит от высоты размещения и выноса фазового центра антенны.

Поэтому достаточно перспективными видятся варианты обнаружения НЛЦ, построенных на других физических принципах, которые будут не только эффективны, но и использование которых экономически целесообразно. В ранних работах [1, 2] авторами описан способ вычисления параметров полета НЛЦ, который заключается в анализе очередности и времен пересечения полей зрения одноэлементных инфракрасных (ИК) датчиков с известными координатами их размещения. Сам одноэлементный ИК-приемник в десятки, а то и в сотни раз дешевле, чем цена матричного приемника.

Сканирующая и линзовая оптические системы (рисунок 1), являются классическими оптическими системами для одноэлементных ИК-приемников. В тепловизорах первого поколения, в которых использовались одноэлементные ИК-приемники, кадр формируется путем механического изменения оптической оси прибора (сканирования).



а – схема сканирующей оптической системы;
б – схема линзовой оптической системы;

Рисунок 1 – Схема сканирующей и линзовой оптической системы

Сканирующая оптическая система (рисунок 1, *а*) имеет ряд серьезных недостатков: наличие подвижных частей, которые отрицательно сказываются на надежности и усложняют юстировку на местности; низкое соотношение сигнал/шум, так как время которое приемник может потратить на измерение ИК-излучения от каждой конкретной точки пространства, крайне мало – доли миллисекунд (в зависимости от скорости вращения).

Низкое соотношение сигнал/шум можно сбалансировать выбором ИК-приемника с малой постоянной времени (τ), например РVI-4ТЕ-5, $\tau = 80$ нс [3]. Постоянная времени – характеристика экспоненциального процесса, определяющая время, через которое некоторый параметр процесса изменится в e раз ($e \approx 2,718$):

$$\Phi_c(t) = 1 - e^{-\frac{t}{\tau}}, \quad (1)$$

где, Φ_c – коэффициент передачи сигнала на выходе ИК-приемника (от 0 до 1);

t – время обзора конкретного участка пространства.

Из выражения видно, чтобы не допустить пропуска цели при пересечении поля зрения ИК-приемника, нужно увеличивать скорость сканирования, при этом необходимо добиться максимальной дальности обнаружения, это возможно только при согласованности ИК-приемника и системы обработки сигналов.

Аналогом для сканирующей системы возможно использовать линзовую оптическую систему. Рассмотрение сверхширокоугольного объектива, угловое поле которого превышает 90° по диагонали кадра невозможно, в связи с его высокой стоимостью, а учитывая необходимость пропускания именно ИК спектра РVI-4ТЕ-5 ($\lambda = 3\text{--}5$ мкм), германиевый просветленный сверхширокоугольный объектив сведет на нет преимущества дешевизны одноэлементного ИК-приемника. Выигрышным вариантом видится применение совокупности линз из ZnSe (селенида цинка), в диапазоне $3\text{--}5$ мкм имеют коэффициент пропускания $\sim 70\%$ [4].

В ходе исследований в качестве источника ИК-излучения была использована газовая горелка, выбор ее был обусловлен схожестью температур факела горелки и реактивного двигателя. Линзовая оптическая система показала существенный прирост в дальности обнаружения в связи с отсутствием подвижных частей и простотой юстировки. При этом между линзами образуется достаточно большой мертвый угол ($\sim 13^\circ$), а поле зрения ИК-приемника ограничено максимальным углом приема ($\sim 36^\circ$).

Вывод. Проведенные исследования классических оптических систем показали, что статические оптические системы эффективнее при построении широкоугольного поля зрения. При этом линзы, которые чаще всего используются в типовых оптических системах, зачастую дороже самого ИК-приемника. Поэтому необходима разработка оптической системы, которая будет простой в изготовлении, дешевой, надежной и способной обеспечивать максимальную фокусировку ИК-излучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аналитический способ вычисления вектора параметров низколетящей цели информационной сетью широкоугольных датчиков / В. Ю. Горшанов [и др.] // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2025. – № 1 (86). – С. 109 – 117.

2. Способ ближней навигации воздушных судов с использованием информационной сети инфракрасных датчиков / В. Ю. Горшанов [и др.] // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2025. – №3 (88). – С. 77 – 85.

3. VIGO PHOTONICO : [сайт]. – Мн., 2017–2024. – URL: <https://vigophotonics.com/app/uploads/2024/07/PVI-5-detector-series-datasheet.pdf> (дата обращения: 10.10.2025).

4. Hot-pressed $\text{Fe}^{2+}:\text{ZnSe}$ transparent ceramics with different doping concentrations / Yongzhi Luo, Ming Yin, Lan Chen, Bin Kang, Shengquan Yu // Ceramics International. – 2022. – Vol. 48, № 3. – P. 3473–3480.

УДК 351.746:629.114.4/4

АКТУАЛЬНОСТЬ АВТОМОБИЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ В СИЛОВЫХ СТРУКТУРАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Журавский Ю.В.

Университет гражданской защиты

1. Обеспечение оперативности и мобильности:

Современные условия требуют быстрого реагирования силовых структур на разнообразные угрозы, различного характера, что делает автомобильную подготовку ключевым элементом повышения оперативности и мобильности сотрудников всех силовых структур.

2. Повышение безопасности и умений водителей:

В условиях возможных чрезвычайных ситуаций и боевых действий необходима высокая концентрация, квалификация и самоотдача водителей для минимизации рисков и повышения эффективности выполнения разного рода задач.

3. Техническая оснащенность и развитие автотехники:

Современные средства автотехники требуют специализации и инновационных методов обучения, чтобы поддерживать высокий уровень профессиональных знаний и практических навыков у сотрудников силовых ведомств.

4. Адаптация к новым вызовам и угрозам:

Быстрые изменения и развитие в технологиях и тактике требуют постоянного обновления и стремления к совершенствованию автомобильной

подготовки как дисциплины в целом, так и в рамках учебного процесса в учебных заведениях.

5. Соответствие стандартам безопасности и международным требованиям:

Актуальность подготовки обусловлена необходимостью соответствовать современным требованиям по безопасности и оперативной эффективности, в ходе выполнения любых служебных задач, направленных на благо нашего государства и сохранение жизни и здоровья населения в целом. Именно поэтому, во всех учебных заведениях нашей страны, постоянно модернизируется материальная база, проводятся мероприятия по транспортной дисциплине и повышается квалификация преподавателей. В рамках единых дней информирования проводится единый день безопасности дорожного движения в целях предупреждения ДТП. Проводятся занятия с работниками, в том числе с привлечением сотрудников ГАИ по изучению требований административного, гражданского, уголовного законодательства и изменений ПДД. По изученным материалам проводятся тестирования, сдача зачетов.

УДК 614.84.054.5

СПОСОБЫ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СПАСАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ СИЛЬНОГО ЗАДЫМЛЕНИЯ

Иванов С.В., Лаханский П.В.,

Сак С.П.

Университет гражданской защиты

При пожарах внутри помещений происходит интенсивное выделение и накопление продуктов горения (дыма), в результате чего в них значительно ухудшается видимость. Прибывшим к месту вызова спасателям-пожарным необходимо максимально быстро проникнуть в задымленные помещения, провести разведку и обнаружить людей. Наличие сильного задымления в помещениях не должно быть препятствием для быстрого поиска и спасения пострадавших. Каждая секунда, которую в условиях задымления внутри проводит человек, может стать для него последней вследствие отравления продуктами горения. Поиск людей прекращается лишь после того, как установлено, что нуждающихся в спасении нет [1].

С учетом опыта проведения разведки в условиях полного отсутствия видимости передвижение спасателя-пожарного в полный рост может быть опасным для него в связи с вероятностью получения травм. Так, например можно споткнуться о предметы мебели, а также столкновение с остеклением дверей и зеркалами в случае их повреждения могут нанести травмы.

Стоя на ногах, в условиях полного отсутствия видимости, человек быстро понимает, что находится в невыгодной ситуации, в которой единственным способом остается продолжать движение, медленно передвигаясь, обшаривая руками пространство перед собой и возле себя на уровне от пояса до головы. При этом в положении стоя невозможно эффективно проверять наличие пострадавших на полу (кроватях и диванах). В результате навык проведения разведки в условиях слабого задымления не подходит спасателям-пожарным, оказавшимся в зоне очень сильного задымления (полного отсутствия видимости).

В ходе практической деятельности и обучающих занятий по отработке поиска пострадавших в условиях сильного задымления (полного отсутствия видимости) наиболее действенными и эффективными определены три способа передвижения в непригодной для дыхания среде:

Способ передвижения «Ползком» – используя этот способ, спасатель-пожарный передвигается на четвереньках и контактирует с поверхностью пола коленями и ладонями рук.

Способ передвижения «Три точки опоры» – этот способ является производной первого способа, только в этом случае спасатель-пожарный контактирует с поверхностью пола в трех точках (два колена и одна рука), а свободную руку использует для поиска пострадавших, или использует для работы с поисковыми приспособлениями, например тепловизором.

Способ передвижения «Проверка ногой» – спасатель-пожарный сгибает ногу в колене и садится на нее, другую же ногу он вытягивает вперед, далее он передвигается и ногой, вытянутой вперед обшаривает территории обнаруживая прогары и пострадавших. Контакт с поверхностью пола осуществляется в трех точках (одно колено и две руки), а свободная нога используется для поиска на полу и опирания в ходе передвижений.

В ходе практических занятий с обучающимися второго курса университета гражданской защиты были отработаны и проанализированы три способа передвижения в условиях сильного задымления. В ходе практической отработки фиксировались как временные факторы выполнения упражнения, так и физические ощущения обучающихся. Рассмотрены положительные и отрицательные стороны, а также проблемные вопросы, возникавшие при работе разными способами.

Опыт проводился в комплексе помещений, представляющих собой планировку типовой жилой квартиры со всеми характерными объектами (разделение на комнаты, кухонная мебель, бытовые приборы и техника, санитарно-технические изделия).

Способ передвижения «Ползком»



Рисунок 1



Рисунок 2

При работе этим способом центр тяжести спасателя-пожарного располагается низко, благодаря этому достигается устойчивость в пространстве. Затрачивается минимум физических усилий (энергии). Находясь в этом положении, мало шансов, что спасатель зацепится за что-то или упадет, также в таком положении он занимает намного большую площадь, чем вертикально. Главной особенностью этого способа является необходимость проверять территорию перед собой, не перенося резко вес тела на обе руки опасаясь прогаров или проемов в горизонтальных конструкциях.

В результате проведенного анализа работы обучающихся, использующих способ передвижения «Ползком» установлено, что пострадавший был обнаружен в среднем за 1 минуту и 52 секунды от момента входа.

Способ передвижения «Три точки опоры»



Рисунок 3



Рисунок 4

Этот способ предусматривает несколько более безопасное перемещение в отношении провалов, так как корпус более приподнят и свободной (не нагруженной) рукой можно быстро проверять наличие

препятствий и поверхность пола. Также в этом положении улучшается обзор при работе со специальным оборудованием, таким как тепловизор.

При обсуждении способ «Три точки опоры» обучающиеся отметили более сложную коммуникацию между звеном в связи с затрудненным тактильным контактом. Так же отмечается то, что при этом способе возникает несколько большая нагрузка на ноги, так они находятся в постоянном напряжении. Индивидуально каждый обучающийся периодически переходил к комбинации способа «ползком» и «три точки опоры» становясь на колени, давая отдохнуть ногам.

Время поиска пострадавшего способом «Три точки опоры» в среднем составило 3 минуты от момента входа.

Способ передвижения «Проверка ногой»



Рисунок 5



Рисунок 6

Преимуществом этого способа отмечается то, что он является более безопасным, по сравнению с другими способами, так как центр тяжести спасателя перемещается на новое место только после обследования его вытянутой ногой, что является огромным плюсом. Этот способ является более энергозатратным по сравнению с первым, но по отзывам обучающихся, именно в этом положении тела, им было более удобно передвигаться. Нога играет роль так называемого «навигатора», которой обучающиеся передвигают по радиусу, обшаривая территорию. Именно этим способом пострадавшие были обнаружены быстрее всего (в среднем за 1 минуту и 07 секунд).

Результаты практической отработки сведены в таблицу:

Таблица 1

Способ	Время поиска	Энергозатратность	Минусы	Плюсы	Личная оценка спасателя
«Ползком»	1 мин 52 сек	средняя	-сильное давление на колени (требуются наколенники или	-быстрое передвижение; -достаточно	-сильное давление на колени

			<p>увеличенная толщина брюк боевой одежды в местах коленей);</p> <p>-небольшой радиус «обшаривания» пола руками, что может быть компенсировано способом, когда разведчик периодически ложиться на пол и обшаривает руками дополнительную территорию;</p> <p>-возможность удариться головой о препятствия при поиске т.к. голова располагается впереди линии рук;</p> <p>-возможность провалиться в прогар в случае очень быстрого переноса веса тела на руки.</p>	<p>устойчивое положение спасателя;</p> <p>-отличный контакт между звеном.</p>	<p>спасателя, однако это компенсируется быстрым передвижением и самым устойчивым положением.</p>
«Три точки опоры»	3 мин	высокая	<p>-сильная энергозатратность;</p> <p>-неудобное положение тела;</p> <p>-невозможность долгий срок находиться в таком положении.</p>	<p>-возможность использовать специальный инструмент (тепловизор).</p>	<p>-после использования этого способа спасатель сильно устает, но возможность использовать специальный инструмент играет большую роль.</p>
«Проверка ногой»	1 мин 07 сек	средняя	<p>-средняя энергозатратность;</p> <p>-постоянное положение ноги в вытянутом положении влечет неприятное ощущение в опорной ноге из-за постоянного напряжения (необходимо периодически менять опорную ногу).</p>	<p>-большой радиус поиска;</p> <p>-удобство поиска;</p> <p>-легко избежать прогаров и провалов;</p> <p>-высокая скорость передвижения;</p> <p>-легкость в модификации способа.</p>	<p>-способ является лидирующим с точки зрения физических ощущений, удобен в использовании, выделяется среди других большим радиусом поиска пострадавшего, более</p>

					безопасен за счет легкого обнаружения провалов и прогаров.
--	--	--	--	--	--

В результате проведенных практических занятий, а также на основании опросов обучающихся сформулированы следующие выводы:

- каждый из способов передвижения имеет свои преимущества и недостатки, и является предпочтительным в зависимости от обстановки и обстоятельств поиска;
- способ передвижения «проверка ногой» оказался наиболее удобным с точки зрения физических ощущений. Однако было сформулировано мнение, что для лучшего поиска предпочтительнее комбинировать несколько способов, например способы «ползком» и «проверка ногой». Установлено, что изменить положение тела путем перемещения ноги из положения «ползком» не создает никакой трудности, и в различной обстановке способ «проверка ногой» бывает удобнее;
- обучающиеся отметили, что способ «три точки опоры» для них оказался самым неудобным исходя из физических ощущений;
- использование наколенников, по общему мнению, позволило бы лучше защитить чувствительную область коленей, что положительно бы отразилось на скорости поиска людей;
- все три способа передвижения имеют одну общую особенность – движения в ходе разведки не должны быть резкими и торопливыми в связи с вероятностью получения травм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боевой устав органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям по организации тушения пожаров: приказ Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 3 января 2024 г. № 1 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь

ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ – ПОЖАРНЫЙ АВТОМОБИЛЬ ROSENBAUER RT

Кавчун А.Д.

Морозов А.А.

Университет гражданской защиты

Rosenbauer RT был создан с «чистого листа» после многолетних исследований и опросов пожарных со всего мира. Главная цель – радикально повысить безопасность, эргономику и эффективность работы экипажа, а не просто модернизировать существующую конструкцию.

Ключевые инновации Rosenbauer RT.

1. Гибридная силовая установка (две модификации: HEV и BEV)

Дизельный двигатель: Компактный дизель работает в оптимальном режиме заряда аккумуляторов и служит резервом.

Электродвигатели: Каждая ось приводится в движение собственным электромотором. Это обеспечивает полный привод и высокую динамику.

Преимущества:

«Тихий» режим работы: при следовании на вызов и на месте ЧП машина может двигаться и работать только на электротяге, без шума и выхлопов.

Полностью электрическая версия (BEV): работает только от мощной батареи, что обеспечивает нулевые выбросы. Идеально для работы в закрытых пространствах и экологически чувствительных зонах.

2. Инновационная конструкция и материалы

Шасси из алюминиевых сплавов: Легкое, но чрезвычайно прочное.

Углепластиковая цистерна: для хранения воды и пенообразователя используется цистерна из углеродного волокна. В Rosenbauer RT установлен высоковольтный электропожарный насос с системой привода от тяговой батареи автомобиля.

Насос RT: Насос не имеет механической связи с двигателем. Он представляет собой собственный электродвигатель, который питается от высоковольтной аккумуляторной батареи (например, на 400 В или 800 В), той же, что приводит в движение сам автомобиль.

Принцип работы насоса (центробежная сила) остался классическим, но система привода и управления кардинально новая.

Включается гибридный (HEV) или полностью электрический (BEV) режим. Энергия поступает от основной тяговой литий-ионной батареи высокого напряжения, расположенной в шасси автомобиля. Пожарный-водитель управляет насосом не с помощью механических рычагов, а через

сенсорную панель в кабине или с выносного пульта. Электронный сигнал с панели управления поступает на блок управления насосом. Получив команду, электродвигатель насоса начинает вращаться. Он напрямую соединен с валком центробежного насоса.

Схематично процесс выглядит так:

аккумулятор высокого напряжения → электронный блок управления → электродвигатель насоса → центробежный насос → подача воды/пены.

3. Расположение мест в кабине Rosenbauer RT:



Рисунок 1 – Сидения в пожарном автомобиле Rosenbauer RT

1. Место №1: Водитель

Позиция: Водитель сидит в первом ряду.

2. Места №2 и №3: Командир и старший пожарный (сзади, по бокам)

Позиция: Позади водителя, слева и справа, расположены два пассажирских кресла. Они смещены назад относительно кресла водителя и развернуты друг к другу под небольшим углом (не строго лицом вперед).

Обычное распределение:

Слева сзади: Командир отделения.

Справа сзади: Старший пожарный (оператор).

Преимущество: Такая компоновка создает естественное командное пространство. Члены экипажа могут легко поддерживать зрительный контакт, обсуждать тактику и обмениваться информацией по пути на вызов. Этому также способствует отсутствие традиционного "тоннеля" с двигателем между сиденьями.

3. Места №4 и №5 (опционально): Два дополнительных пожарных

Позиция: В задней части кабины, лицом друг к другу, могут располагаться два дополнительных сиденья. Они находятся напротив входа в кабину.

Эти сиденья рассчитаны на быструю посадку и высадку. Часто они менее комфортны, чем основные, и предназначены для личного состава, который присоединяется к расчету на месте или работает на вспомогательных ролях.

Заключение

В целом, Rosenbauer RT устанавливает новый стандарт в мировой пожарной индустрии. Он символизирует переход к более устойчивому, безопасному и технологичному будущему в экстренных службах, предлагая не просто средство тушения пожаров, а комплексное решение, которое отвечает современным экологическим, экономическим и оперативным требованиям. Его появление знаменует собой важный шаг к полной электрификации спецтранспорта и демонстрирует, как инновации могут коренным образом изменить подходы к обеспечению общественной безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бахтеев Ш. Р., Бахтеев К. Р. Анализ состояния рынка электромобилей и тенденции его развития // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых – 2017. Сборник научных статей 6-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах. Том 4. Курск, Издательство: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2017. С. 36-41.
2. Иосифов В. В. Глобальные инновационные тренды развития транспортных систем и стратегические альтернативы для машиностроения // Друkerовский вестник. 2018. № 4(24). С. 165-178.
3. Хаиров А. Р., Колесник Е. Д., Вили-сов Д. А. // Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования: материалы XIII международной научно-технической конференции, посвященной 70-летию кафедры Надежности и ремонта машин: 2021. С. 87-90.
4. Шишкина П. А. Анализ негативного влияния электромобилей на окружающую среду // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2022. № 10. С. 112-114.
5. Официальный технический каталог Rosenbauer International 2023. Rosenbauer: L'excellence de la technologie au service des pompiers. С. 36-41.
6. Официальный сайт Rosenbauer.com.

ПРАВОВАЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ПОНЯТИЙ «УГРОЗА ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ» И «ФАКТ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ»: ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ АДМИНИСТРАТИВНОГО ПРОЦЕССА

Казерский С.А.

Яшеня Д.Н.

Университет гражданской защиты

Материальная диспозиция ст. 24.38 КоАП Республики Беларусь оперирует двумя взаимосвязанными, но различными по юридической природе конструкциями [1]. Часть 1 статьи охватывает случаи, когда нарушение законодательства повлекло создание условий для возникновения ЧС, т.е. действие (или бездействие) носили превентивно значимый характер, способствуя формированию угрозы, но еще не приведя к фактическим последствиям. Часть 2, напротив, устанавливает ответственность за непринятие должностным лицом мер по защите жизни и сохранению здоровья людей, что предполагает ситуацию, когда опасность уже объективно возникла и требовала конкретных действий, но такие меры предприняты не были [1]. Именно в практической плоскости правоприменения возникает ключевая неопределенность: где проходит граница между созданием условий для возникновения ЧС и состоянием, требующим активных действий по ее предотвращению? Ответ на этот вопрос определяет, по сути, какой диспозитив нормы будет применен – предупредительный (пресечение причин, предотвращение риска) либо санкционирующий (ответственность за непринятие мер в уже наступившей чрезвычайной обстановке).

Правоприменительная сложность имеет несколько измерений. Во-первых, она связана с отсутствием четких критериев разграничения между угрозой ЧС и самим фактом ее наступления. Статья 5 Закона Республики Беларусь от 5 мая 1998 г. № 141-З «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» содержит количественные показатели, используемые для классификации уже произошедших ЧС – число пострадавших, объем материального ущерба, масштабы территориального распространения и т.д. [2]. Однако данные критерии применимы лишь на этапе оценки последствий, когда факт ЧС уже установлен. Для целей административного процесса по ч. 1 ст. 24.38 КоАП Республики Беларусь, которая охватывает деяния, «повлекшие создание условий для возникновения ЧС», требуется определение момента угрозы, то есть состояния, при котором еще не наступили указанные последствия, но

вероятность их реализации объективно высока [1]. В результате правоприменитель при наличии конструктивных признаков опасного события вынужден решать: квалифицировать деяние по ч. 1 ст. 24.38 КоАП Республики Беларусь как создание условий (и привлекать субъект в предупредительном ключе) или же дожидаться формального оформления факта ЧС и уже по этому основанию применять санкции по ч. 2 [1]. Такая дилемма порождает либо преждевременные административные процедуры с проблемным доказательством причинности, либо упущение момента предупреждения, когда административное воздействие могло предотвратить тяжелые последствия.

Вторая проблемная линия связана с реализацией ответственности должностных лиц по ч. 2 ст. 24.38 КоАП Республики Беларусь [1]. Формально законодатель установил ответственность за непринятие мер по защите жизни и сохранению здоровья людей без увязки с фактом наступления ЧС. Однако на практике применение данной нормы сводится преимущественно к случаям, когда угроза уже перешла в стадию реальной опасности или ЧС фактически возникла. Такая тенденция обусловлена доказательственной сложностью: чтобы квалифицировать бездействие как административное правонарушение, необходимо установить, что должностное лицо обладало информацией об угрозе и могло и должно было действовать, но не предприняло необходимых мер, в результате чего создалась реальная опасность для жизни и здоровья людей. В отсутствие четких критериев угрозы ЧС и стандартизированных процедур фиксации таких обстоятельств доказать эти элементы состава правонарушения крайне затруднительно. В результате на практике создается своеобразная «правовая зона неопределенности»: если ЧС еще не наступила, но признаки ее формирования очевидны, должностное лицо может избежать ответственности, ссылаясь на отсутствие достаточных оснований для действий. Это приводит к смещению применения статьи в сторону постфактум-реагирования, когда ответственность наступает уже после реализации угрозы. Таким образом, норма, изначально направленная на предупреждение ЧС, фактически утрачивает превентивную функцию, что противоречит принципам заблаговременности и необходимой достаточности мер защиты, закрепленным в ст. 9 Закона Республики Беларусь № 141-З «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» [2].

Исходя из изложенного, устранение выявленной правовой неопределенности требует не столько внесения изменений в законодательство, сколько разработки внутриотраслевых методических инструментов, обеспечивающих единообразное применение ст. 24.38 КоАП Республики Беларусь [1]. Прежде всего, целесообразно разработать ведомственные методические рекомендации МЧС, в которых должны быть четко определены признаки и критерии состояния, создающего угрозу возникновения ЧС; алгоритм фиксации выявленных нарушений и документального подтверждения причинно-следственной связи между

действиями (бездействием) и возникновением опасности; типовые формы процессуальных документов, применяемых при производстве по административным делам. Такие рекомендации обеспечат практическую исполнимость бланкетного характера статьи и создадут доказательственную базу для квалификации нарушений еще на этапе угрозы, а не уже наступившей ЧС. Кроме того, требуется предлагается разработать реестр типичных нарушений законодательства в области защиты населения и территорий от ЧС, классифицированных по степени потенциальной опасности и вероятности развития ЧС. Его наличие позволит унифицировать подходы к оценке рисков и объективизировать решения должностных лиц ОПЧС при ведении административного процесса.

Таким образом, повышение эффективности применения ст. 24.38 КоАП Республики Беларусь возможно не через усложнение правового регулирования, а через нормативное и организационное упорядочение ведомственной практики [1]. Создание четких методических ориентиров и единых классификационных подходов позволит обеспечить предсказуемость и доказательственную устойчивость административных решений, восстановив превентивное назначение данной нормы и усилив защитную функцию административного процесса в чрезвычайной сфере.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кодекс Республики Беларусь об административных правонарушениях: 6 января 2021 г. № 91-З : принят Палатой представителей 18 декабря 2020 г. : одобр. Советом Респ. 18 декабря 2020 г. : в ред. Закона Респ. Беларусь от 12 июля 2025 г. № 91-З // ЭТАЛОН : информ.-поисковая система (дата обращения: 02.11.2025).

2. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера : Закон Респ. Беларусь от 5 мая 1998 г. № 141-З : в ред. от 17 июля 2023 г. № 293-З // ЭТАЛОН : информ.-поисковая система (дата обращения: 02.11.2025).

ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ – ROSENBAUER PANTHER

Лазаревич Д.А.

Морозов А.А.

Университет гражданской защиты

Rosenbauer Panther – это не просто пожарная машина, а высокотехнологичный аварийно-спасательный комплекс, признанный одним из самых мощных и эффективных в мире для тушения крупных пожаров на объектах с повышенной опасностью (рисунок 1).



Рисунок 1 – Внешний вид пожарного автомобиля Rosenbauer Panther

Panther был разработан для работы в экстремальных условиях: в аэропортах, на нефтехимических заводах и промышленных предприятиях. Его главная задача — обеспечить подачу огромных объемов огнетушащих веществ на большое расстояние с максимальной скоростью и надежностью.

Ключевые инновации Rosenbauer Panther 6x6

1. Мощная силовая установка и шасси

Дизельный двигатель: Мощность силового агрегата может достигать 1000 л.с. и более, что обеспечивает автомобилю высокую скорость следования к месту ЧС даже с полной нагрузкой.

Полноприводное шасси 6x6: Все три оси являются ведущими, что гарантирует выдающуюся проходимость по любому бездорожью, песку, снегу и труднодоступным территориям.

Автоматическая коробка передач: Современная АКПП позволяет плавно управлять мощностью и не отвлекает водителя в сложной обстановке.

2. Высокопроизводительная насосная система

Комбинированный насос высокого давления и большой производительности: установка способна подавать до 10 000 литров воды

или пены в минуту. Может одновременно работать в режиме высокого давления для лафетных стволов и в режиме высокой производительности для заполнения пеной больших объемов.

Выносной пульт дистанционного управления: Позволяет оператору управлять насосом и монитором на расстоянии до 300 метров, оставаясь в безопасной зоне.

Система пенного пожаротушения: Автоматическое дозирование пенообразователя с возможностью подачи различных видов пены (воздушно-механической, спиртостойкой).

3. Эргономика и безопасность экипажа

Бронированная кабина: Кабина обладает усиленной конструкцией и защитой от теплового излучения, осколков и падающих обломков.

Система кондиционирования и фильтрации воздуха: поддерживает безопасный микроклимат в кабине даже при работе в задымленной или загазованной среде.

Панорамное остекление: обеспечивает водителю и командиру отличный круговой обзор, что критически важно для маневрирования на ограниченной территории аэропорта или предприятия.

4. Интегрированные системы мониторинга и управления

Цифровая панель управления (Rosenbauer CS 1000): Централизованная сенсорная панель, с которой экипаж управляет всеми системами: насосом, светом, связью, дополнительным оборудованием.

Система телематики TELEMATIC: передаёт в режиме реального времени данные о местоположении, запасе топлива, уровне воды и пенообразователя, давлении в насосе и состоянии систем автомобиля в диспетчерский центр.

Электронные системы помощи водителю: Антиблокировочная система (ABS), система курсовой устойчивости (ESC), противобуксовочная система (ASR) для безопасного движения в любых условиях.

5. Инновационная конструкция и материал

Шасси из высокопрочной стали: Рассчитано на экстремальные нагрузки и большой вес цистерн и оборудования.

Цистерны из нержавеющей стали: Емкости для воды и пенообразователя устойчивы к коррозии и агрессивным средам. Общий объем цистерн может достигать 18 000 литров.

Лафетный ствол с дистанционным управлением: Мощный монитор на крыше кабины может дистанционно управляться из кабины или с выносного пульта, имеет большую дальность действия и возможность программирования секторов тушения.

6. Модульность и специализация

Аэродромная модификация: оснащается специальными покрышками, устойчивыми к попаданию авиационного топлива, и системой быстрого наполнения цистерн от гидранта.

Промышленная модификация: может комплектоваться дополнительными модулями для тушения химических пожаров, системами

для создания водяных завес. Быстросъемное оборудование: Конструкция позволяет оперативно менять навесное оборудование в зависимости от задачи.

7. Система привода насоса

Коробка отбора мощности (КОМ): Насос приводится в действие через КОМ от двигателя шасси, что обеспечивает максимальную надежность и постоянную готовность к работе без зависимости от дополнительных источников энергии.

Гидростатический привод насоса (на части модификаций): обеспечивает плавное и точное регулирование производительности насоса независимо от оборотов двигателя.

8. Расположение мест в кабине

1. Место №1: Водитель (слева) Расположен у левого окна, имеет перед собой современную цифровую приборную панель и органы управления шасси.

2. Место №2: Командир (справа) Расположен справа от водителя. Имеет дублирующие органы управления системами тушения и навигационное оборудование для координации действий.

3. Места №3, 4, 5: Пожарные (в задней части кабины) Три дополнительных места расположены лицом вперед. Каждое место оснащено ремнями безопасности и быстросъемными шлемами для безопасной транспортировки к месту пожара.

Rosenbauer Panther 6x6 олицетворяет собой не просто мощь, но и высочайший уровень инженерной мысли, направленный на спасение жизней в самых тяжелых условиях. Это мобильный командный центр, где каждая система, от бронированной кабины до дистанционно управляемого лафетного ствола, работает на то, чтобы дать пожарным решающее преимущество в борьбе с огнем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рожков А.Н., Тимашов П.В. Пожарные автомобили для тушения крупных пожаров // Пожаровзрывобезопасность. 2021. № 4. С. 55–62.
2. Официальный технический каталог Rosenbauer International AG. 2023.
3. Rosenbauer: L'excellence de la technologie au service des pompiers. С. 36-41.

МЕТОДЫ ПОИСКА ПОСТРАДАВШИХ В УСЛОВИЯХ СИЛЬНОГО ЗАДЫМЛЕНИЯ

Лаханский П.В., Иванов С.В.

Сак С.П.

Университет гражданской защиты

При проведении тушения пожаров спасатели-пожарные сталкиваются с необходимостью проведения разведки в задымленных помещениях различных зданий и сооружений. Для совершенствования уровня подготовленности газодымозащитников в дежурных сменах проводятся занятия по ориентированию в аппаратах на сжатом воздухе (далее – АСВ) на чистом воздухе, а также в учебно-тренировочных комплексах с задымлением.

При проведении занятий в учебно-тренировочных комплексах (далее – УТК) создается обстановка, которая характерна для возгорания в многоквартирном здании. Внутренняя планировка УТК может изменяться благодаря мобильным (передвижным) межкомнатным стенам и перегородкам, что позволяет моделировать планировку квартиры (расширяется диапазон сценариев обстановки).

Имитация условий сильного задымления (нулевой видимости) обеспечивается путем ограничения прозрачности панорамных масок АСВ светонепроницаемыми материалами (бумагой, вкладываемой внутрь маски, использованием бумажной липкой ленты снаружи маски и т.д.). Таким образом достигается важнейшая составляющая обучения поисковому мастерству в условиях практически полного отсутствия видимости – выработки навыка эффективно действовать в неизвестной планировке. Возможность перемещения внутренних перегородок позволяет исключить эффект привыкания спасателя-пожарного к планировке полигона.

Существуют различные методы для поиска пострадавших и очага пожара в задымленных помещениях. Выбор наиболее подходящего метода зависит в первую очередь от типа и размера помещения (отсека). Следует принимать во внимание масштабы возгорания и наиболее вероятные места нахождения пострадавших. В квартирах используется метод разведки на малых площадях – пожарная разведка методом движения вдоль стен в небольших помещениях.

Основной принцип разведки в задымленных помещениях – следовать вдоль стен сохраняя неразрывность звена! Первоочередной задачей любого вида разведки является безопасное выведение звена из здания, второстепенной задачей является наиболее полная и быстрая проверка (исследование) помещений при продвижении внутри здания (с целью найти

максимальное количество пострадавших, не оставляя не обследованных участков). Проверка помещений перемещающимся звеном ГДЗС также называется «заметанием».

В случае если необходимо производить разведку в квартирах, частных домах, небольших офисных, торговых или производственных помещениях, наиболее подходящим методом является разведка на малых площадях. В этом методе движение звена осуществляется вдоль стен, потому что стены являются естественным и единственным направляющим ориентиром в условиях нулевой видимости.

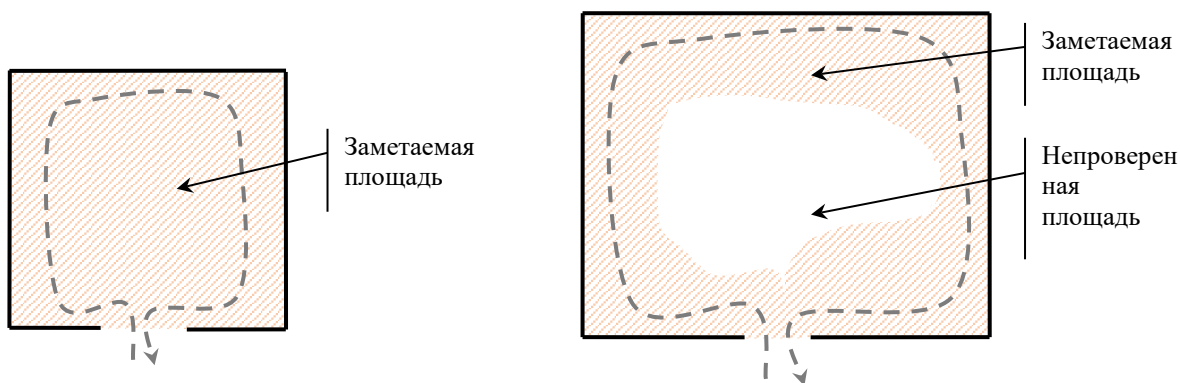


Рисунок 1а - Достаточно малый отсек, вся площадь отсека исследована

Рисунок 1б - Слишком большой отсек, часть площади осталась неисследованной

Такой способ навигации (поиска) подходит для всех помещений, которые достаточно малы, чтобы звено могло полностью замести всю площадь каждого из отсеков, не теряя контакта со стеной и не допуская разделения звена (рис. 1а). Если отсек больше, чем может покрыть звено, не разделяясь и не теряя контакта со стеной, то в середине такого отсека будет оставаться неисследованное пространство, где могут находиться искомые пострадавшие (рис. 1б).

Таким образом, теоретически этот способ разведки можно применять и на больших площадях (при условии, что звено не отрывается от стены), но при этом надо понимать, что это будет делаться в ущерб второму требованию навигации – наиболее полному покрытию площади. При этом если правило сохранения контакта со стеной выполняется, то требование безопасного вывода звена из здания тоже будет выполнено, вне зависимости от размера помещения.

Важно понимать, что стена не только задаёт направление продвижения вперед (рис. 1в), но, что более важно, позволяет в любой момент вернуться по ней обратно к точке входа, совершив в случае необходимости разворот (рис. 1г). Более того, если звено зашло в здание и движется вдоль стены в одном и том же направлении, оно неизбежно выйдет из здания вне зависимости от количества входов-выходов и планировки здания, либо через тот же самый вход (рис. 1д), либо через другой (рис. 1е).

Однако, как явно видно из рис. 1д и 1е, простое следование одной и той же стене не обязательно гарантирует посещение всех отсеков, даже если каждый из отсеков не превышает по размерам возможностей звена. Существуют способы улучшения полноты покрытия площади помещений.

Перед началом разведки командир звена выбирает направление движения – «по левую руку» или «по правую руку», то есть, какой рукой он будет сохранять постоянный контакт со следуемой стеной.

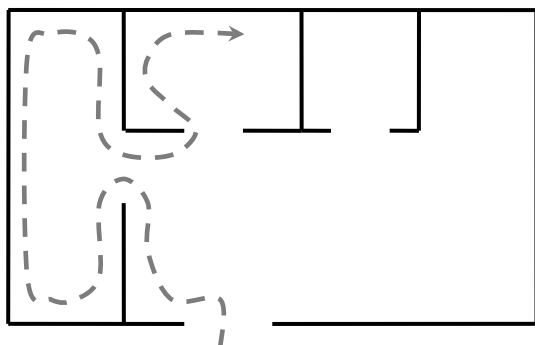


Рисунок 1в - Следование одной и той же стене позволяет систематически продвигаться по зданию

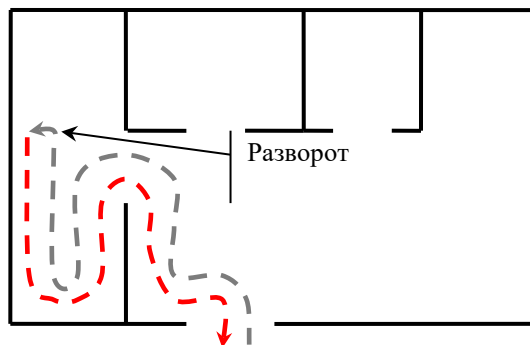


Рисунок 1г - Следование одной и той же стене позволяет в любой момент разворотом вернуться на точку входа

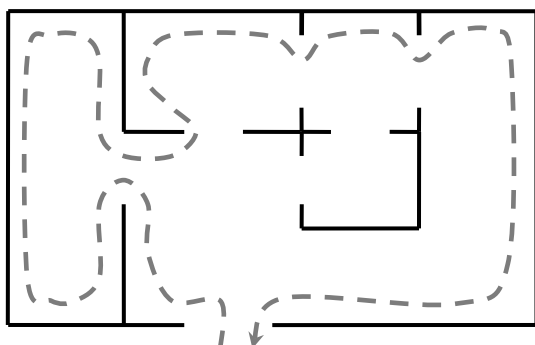


Рисунок 1д - Следование одной и той же стене гарантирует выход из здания при любой планировке

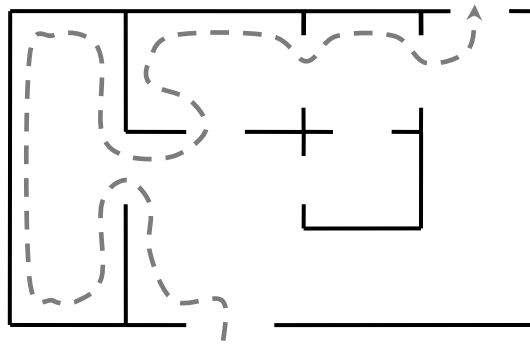


Рисунок 1е - ... и при любом количестве входов-выходов

Например, на приведённых выше рис. 1а – 1е звено совершает обходы по левую руку. Оба направления движения в принципе равнозначны, конкретный выбор следует производить, руководствуясь сведениями о наиболее вероятном местонахождении пострадавших. В случае отсутствия таких сведений следует незамедлительно выбирать любое из двух направлений и приступить к разведке.

Выбранное направление обхода ни в коем случае нельзя менять внутри здания – если звено зашло в здание, держась по левую руку от стены, то оно обязано держаться по левую руку в течение всего захода. Несоблюдение этого правила приведёт к потере гарантии выхода звена из целевой разведзоны. Единственное исключение из этого правила – разворот на

маршруте, как было показано выше на рис. 1г. В случае если командир звена принимает решение, что дальнейшее продвижение вперёд нецелесообразно или невозможно, звено разворачивается и направление движения меняется с одной руки на другую, но на той же самой стене (рис. 1г).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кабелев, Н.А., Пожарная разведка: тактика, стратегия и культура. – Екатеринбург: ООО «Издательство «Калан», 2016. – 73 с.

УДК 614.8:551.435

ОСОБЕННОСТИ РЕАГИРОВАНИЯ НА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ, ВЫЗВАННЫЕ ЭРОЗИЕЙ И АБРАЗИЕЙ БЕРЕГОВ СУДОХОДНЫХ РЕК

Лисовский С.С.

Миканович Д.С.

Университет гражданской защиты

Разрушение берегов судоходных рек Республики Беларусь представляет собой один из ключевых источников гидрологических чрезвычайных ситуаций, оказывающих прямое воздействие на транспортную инфраструктуру, гидротехнические сооружения и прибрежные территории. Наиболее уязвимыми в этом отношении являются русловые участки Западной Двины, Березины и Припяти, где совмещаются интенсивное судоходное движение, нерегулярные уровенные колебания и высокие ветровые нагрузки. По данным Белгидромета и экспедиционных наблюдений за 2010–2020 гг., средняя скорость латерального размыва берегов на отдельных участках Припяти достигает 2,3 м/год, а протяженность активной абразии превышает 25 км в пределах Пинского участка русла. На Березине фиксируются зоны сезонных срывов откосов вблизи г. Бобруйска протяженностью до 600 м [1, с. 624]. В целом активная абразия охватывает более 20 % протяженности берегов крупных водохранилищ и русловых отрезков судоходных рек, а локальные скорости отступления береговой бровки достигают 1,0–2,5 м/год [2, с. 379]. Такие процессы создают предпосылки для возникновения чрезвычайных ситуаций – от обрушений откосов и разрушения берегоукреплений до аварий гидротехнических сооружений и подтопления прибрежных зон объектов.

Эрозионно-абразионные процессы протекают непрерывно, однако переход их в фазу аварийного разрушения имеет резкий и зачастую непредсказуемый характер. Наиболее типичные сценарии — подмыв «пятки»

откоса во время весенних паводков и разрушение берм в период осенних штормовых ветров при уровне воды выше среднемноголетнего на 0,4–0,6 м [3, с. 304]. Медленная деградация берегового откоса длительное время остается незаметной, но при достижении критического соотношения касательных напряжений и структурной прочности грунта происходит внезапный обвал, который может сопровождаться разрушением гидротехнических сооружений и коммуникаций. При отсутствии систематического мониторинга состояния берегов и откосов гидротехнических сооружений прогнозирование риска их обрушения осуществляется ретроспективно, на основе периодических обследований. Практика показывает, что приуроченные к судоходным руслам зоны разрушений часто остаются без должного наблюдения: в 2013 году в районе Пинска зафиксирован частичный размыв насыпи берегоукрепления на участке около 180 м, а в 2016 году на Березине отмечалось проседание грунта у швартовых стенок вследствие фильтрационного подмыва [4, с. 113].

Дополнительной сложностью является отсутствие унифицированных протоколов реагирования на эрозионно-абразионные события. Действующие нормативный правовые акты регламентируют действия служб при затоплениях, оползнях и авариях на гидротехнических сооружениях, однако отдельной классификации абразионных разрушений как чрезвычайной ситуации не предусмотрено. Это затрудняет межведомственное взаимодействие между МЧС Республики Беларусь, местными исполнительными и распорядительными органами, эксплуатационными организациями и водохозяйственными предприятиями, что приводит к запаздыванию мер по локализации и ликвидации последствий. В ряде случаев разрушения берегов приводили к нарушению устойчивости берегоукреплений и частичному размыву защитных дамб, создавая угрозу эксплуатации причалов и судоходных каналов. Так, после паводка 2019 г. отмечено локальное разрушение шпунтового ряда на левобережной дамбе Пинского порта, что потребовало внепланового ремонта и укрепления откоса в течение навигационного сезона. [4, с. 112]. Несмотря на локальный характер таких инцидентов, их последствия могут быть системными – вплоть до ограничения навигации, потери земель прибрежной полосы и необходимости капитального восстановления сооружений.

Повышение эффективности предупреждения и реагирования на чрезвычайные ситуации, вызванные эрозией и абразией берегов судоходных рек, требует интеграции современных методов наблюдения. Первоочередным направлением является создание системы непрерывного мониторинга береговой зоны на базе дистанционного зондирования Земли, георадарного профилирования и локальных постов наблюдения. Использование спутниковых снимков высокой разрешающей способности (например, Sentinel-2, PlanetScope) позволяет оперативно фиксировать изменение линии уреза воды и динамику откосов с пространственной точностью до 5–10 м [4, с. 114]. Целесообразным представляется также дополнение существующей сети гидропостов автоматизированными станциями контроля уровня,

скорости течения и волнового воздействия. Это позволит в режиме реального времени оценивать рискообразующие факторы – колебания уровня воды, скорость ветра, высоту волны – и рассчитывать интегральный риск разрушения. С практической точки зрения актуальным направлением является разработка типовых сценариев реагирования на возникновение абразионных процессов на берегах судоходных рек, аналогичные планам действий при подтоплениях или разрушениях дамб. Такие сценарии должны включать алгоритмы оповещения, критерии оценки угрозы, порядок привлечения инженерных подразделений и меры первичной стабилизации откоса (временные укрепления, снижение уровня воды, разгрузка призмы). В перспективе целесообразно формирование межведомственного цифрового регистра береговой устойчивости судоходных рек, в котором будут агрегироваться данные наблюдений, результаты натурных обследований и расчеты вероятности разрушений. Это создаст основу для прогнозного моделирования зон риска и оперативного планирования защитных мероприятий в бассейнах Западной Двины, Березины и Припяти.

Очевидно, что эрозионно-абразионные процессы на судоходных реках Республики Беларусь представляют собой устойчиво действующий фактор риска, который в условиях изменения климата и роста антропогенной нагрузки может приобретать характер чрезвычайных ситуаций. Анализ показал, что существующая система реагирования требует совершенствования в части мониторинга, нормативного регулирования и межведомственного взаимодействия. Интеграция дистанционных методов наблюдения, разработка сценариев реагирования и внедрение цифровых инструментов оценки риска позволят значительно повысить готовность к таким чрезвычайным ситуациям и минимизировать ущерб для транспортной и гидротехнической инфраструктуры страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кухарик, Е. А. Особенности проявления современных водно-эрозионных процессов на территории Центральной Беларуси / Е. А. Кухарик, А. В. Матвеев // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2022. – Т. 66. – № 6. – С. 622–630.
2. Левкевич, В. Е. Причины активизации абразионного риска на водных объектах Беларуси и критерии его районирования / В. Е. Левкевич // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2018. – Т. 2. – № 3. – С. 376–385.
3. Левкевич, В. Е. Районирование Беларуси по абразионному риску на водохранилищах / В. Е. Левкевич, Э. И. Михневич // Анализ, прогноз и управление природными рисками в современном мире (геориск-2015) : материалы 9-й Международной научно-практической конференции по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии, Москва, 12–14 октября 2015 г. : 2 т. – Москва, 2015. – Т. 1. – С. 303–308.
4. Василевский, А. В. Изучение распространения опасных гидрологических явлений с помощью ГИС на территории Белорусского

Полесья / А. В. Василеский, О. М. Ковалевская // ГИС-технологии в науках о Земле : материалы респ. науч.-практ. семинара студентов и молодых ученых, Минск, 14 нояб. 2018 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: Н. В. Жуковская (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2018. – С. 112–117.

УДК 519.2:627-027.45

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ МЕТОДОВ ПРИ АНАЛИЗЕ НАДЕЖНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ СУДОХОДНЫХ РЕК

Лисовский С.С.

Миканович Д.С.

Университет гражданской защиты

Надежность гидротехнических сооружений (далее – ГТС) судоходных рек Республики Беларусь имеет ключевое значение для обеспечения безопасности транспортной инфраструктуры, устойчивости водных объектов и предотвращения гидрологических чрезвычайных ситуаций. На протяжении последних десятилетий наблюдается рост числа эксплуатационных дефектов и частичных отказов ГТС, что связано как с физическим старением сооружений, так и с увеличением амплитуды природно-климатических воздействий. По данным исследований, к 2020 г. свыше 50% плотин и шлюзов превысили нормативный срок службы (40–50 лет), а износ металлических конструкций и водосбросных устройств в отдельных случаях достигал 70–80% [1, с. 110]. Это означает, что значительная часть ГТС функционирует в условиях исчерпания расчетных параметров прочности и водонепроницаемости, при этом проектные коэффициенты запаса надежности уже не обеспечивают требуемый уровень безопасности. В этих условиях традиционные детерминированные методы расчета устойчивости теряют достоверность, поскольку не учитывают стохастический характер нагрузок и неопределенность параметров среды. Особенно это проявляется при воздействии экстремальных гидрометеорологических событий, частота которых за последние два десятилетия выросла в пределах 15–25 % по сравнению со среднегодовыми значениями [1, с. 111].

Применение вероятностных методов и построение дерева отказов позволяют перейти от оценок по предельным состояниям к комплексному анализу надежности, учитывающему взаимодействие природных, технических и эксплуатационных факторов. Метод дерева отказов позволяет рассмотреть вероятность разрушения ГТС как результат комбинации

элементарных событий – превышения уровня воды, критического фильтрационного напора, подмыва основания, разрушения откоса, отказа водосбросных систем. Каждое из этих событий характеризуется собственной вероятностью и условной зависимостью от других факторов. В отличие от традиционного детерминированного подхода, здесь учитываются не только величины нагрузок, но и их вероятностное совпадение во времени. Такая постановка обеспечивает возможность вычисления интегральной вероятности отказа и позволяет ранжировать элементы ГТС по степени уязвимости. Например, для шлюзовых систем на Березине и Припяти в расчетах должны учитываться три доминирующих сценария риска: фильтрационный прорыв под основанием, потеря устойчивости откоса вследствие паводкового напора и механический износ затворных конструкций при многократных циклах эксплуатации [2, с. 281].

На практике широко используются такие подходы, как метод Монте-Карло для моделирования случайных нагрузок, байесовские оценки для уточнения параметров при недостатке статистики, а также расчет коэффициентов безопасности с учетом дисперсии исходных величин [3, с. 289]. Вместе с тем, в национальной практике данные методы постепенно внедряются при оценке надежности дамб и шлюзов, особенно на участках активного судоходства. В частности, в проектных расчетах по укреплению берегов в акватории Пинского порта использовалась схема вероятностной оценки с компонентами: уровенные колебания (вероятность превышения амплитуды 0,5 м – 0,25), ветровое волнение (высота волн 0,8–1,2 м – 0,35), и фильтрационное воздействие (превышение критического напора – 0,15); суммарная вероятность наступления отказа составила 0,58 [3, с. 289]. Это подтверждает практическую применимость вероятностного анализа и демонстрирует, что даже при относительно умеренных внешних нагрузках вероятность развития аварийного процесса остается существенной.

Одним из ключевых преимуществ вероятностных подходов является возможность интеграции с климатическими прогнозами и эксплуатационными данными. Так, для климатических условий Республики Беларусь характерно сокращение длительности ледостава с 4,5 до 2,5 месяцев и рост частоты штормовых ветров на 20–30 % за последние два десятилетия, что существенно увеличивает продолжительность действия волновых и фильтрационных нагрузок [1, с. 112]. Кроме того, наблюдается тенденция к росту среднегодовых температур на 1,1–1,3 °С и увеличению числа эпизодов с интенсивными осадками, которые усиливают паводковые пики и создают дополнительное давление на ГТС [2, с. 282]. Анализ многолетних гидрологических рядов позволяет выявить тенденцию к росту максимальных уровней воды на 10–15 см и увеличению амплитуды суточных колебаний вблизи шлюзов и портовых сооружений [1, с. 112]. Эти изменения создают предпосылки для перехода ряда конструкций из состояния нормативной устойчивости к предельному. Таким образом, надежность сооружений должна оцениваться не как постоянная характеристика, а как

динамическая функция, зависящая от климатических и эксплуатационных условий.

Основные проблемы использования вероятностных моделей в практике эксплуатации белорусских ГТС связаны с фрагментарностью наблюдательных данных, отсутствием единой базы отказов и малым количеством систематических обследований на региональном уровне. Во многих случаях информация о дефектах сооружений носит локальный характер и не интегрируется в общенациональные базы данных, что затрудняет сопоставимость и последующую обработку информации. На многих судоходных реках не ведется непрерывная регистрация фильтрационных расходов и деформаций откосов, что затрудняет калибровку вероятностных моделей [3, с. 289]. Также отсутствует унифицированная шкала оценки отказов, связывающая вероятностные показатели с классами надежности сооружений. Эта проблема требует нормативного решения.

Таким образом, для эффективного применения вероятностных подходов необходимо реализовать комплекс практических мер: формирование единой базы данных отказов и дефектов гидротехнических сооружений; развитие сети автоматизированных постов мониторинга уровня, фильтрационных и волновых параметров; интеграция натурных наблюдений, климатических прогнозов и эксплуатационной информации в единую ГИС-платформу водохозяйственного мониторинга. Внедрение таких систем позволит не только проводить расчеты надежности в реальном времени, но и прогнозировать развитие отказов с учетом сценариев изменения климата и эксплуатационных режимов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волчек, А. А. Основные тенденции развития опасных гидрологических явлений на территории Беларуси / А. А. Волчек [и др.] // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2023. – № 2 (131). – С. 110–114.
2. Левкевич, В. Е. Классификация факторов, способствующих образованию и развитию чрезвычайных ситуаций на водохозяйственных объектах Республики Беларусь / В. Е. Левкевич, Г. И. Касперов, М. Ю. Курипченко // Лесная инженерия, материаловедение и дизайн : материалы 88-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, Минск, 24 января–16 февраля 2024 г. – Минск : БГТУ, 2024. – С. 281–283.
3. Печенев, Е. В. Гидрологические и гидрометрические работы на мостовом переходе при чрезвычайных ситуациях / Е. В. Печенев, П. А. Кацубо, Р. Ю. Долomanюк // Вестник Бел ГУТ. – 2021. – № 2. – С. 288–300.

РАНЦЕВЫЕ ОГНЕТУШИТЕЛИ КАК ИНСТРУМЕНТ БОРЬБЫ С ЛЕСНЫМИ ПОЖАРАМИ

Пешакова В.А.

Тушение пожаров в лесных массивах сопряжено с рядом трудностей, включая специфический рельеф, непроходимые участки и отсутствие дорог. В таких условиях чрезвычайно важно учитывать свойство мобильности. Для этого были разработаны специальные ранцевые огнетушители, которые позволяют эффективно бороться с низовыми лесными пожарами, обеспечивая человеку свободу передвижения и автономность [1].

Ёмкость для огнетушащего вещества — представляет собой резервуар объемом от 15 до 18 литров, изготовленный из прорезиненной ткани, пластика или других полимерных материалов. Резиновые емкости, как правило, помещаются в защитный тканевый чехол. Гидропульт — это основной рабочий инструмент, соединенный с емкостью гибким шлангом. Ранец — эргономичный рюкзак с регулируемыми наплечными и поясными ремнями, для удобства.

Принцип действия основан на создании оператором давления в системе с помощью ручного гидропульт-насоса [2,3]. Ключевые преимущества ранцевых огнетушителей делают их идеальным выбором для конкретных условий:

1. Мобильность и свобода действий. Конструкция освобождает руки, что облегчает передвижение.
2. Непрерывная подача вещества. Ручной насос гидропульт обеспечивает постоянную подачу раствора независимо от внешних источников энергии.
3. Экономия воды. Возможность использования твердых смачивателей позволяет снизить поверхностное натяжение воды, повышая ее смачивающую способность и, как следствие, эффективность тушения. Одна таблетка такого смачивателя рассчитана на несколько заправок.
4. Доступность и безопасность. В качестве основного заряда используется вода или безопасные растворы, что делает устройство экологически чистым и простым в обслуживании.

Недостатки:

1. Огнетушитель эффективен только против низовых пожаров в лесах, также класса А и не предназначен для тушения газовых, электрических или химических возгораний.
2. Он требует физических усилий для работы и переноски.
3. Объем огнетушащего вещества ограничен, что требует организации пунктов заправки при длительной работе.

Ранцевый огнетушитель — это высокоспециализированное и эффективное средство, которое остается незаменимым в борьбе с лесными пожарами, сотрудников лесного хозяйства и добровольцев. Его уникальная конструкция, сочетающая мобильность, автономность и достаточную эффективность, позволяет успешно бороться с пожарами в условиях, где другие способы маловероятны. Для жителей загородных поселков, чьи владения граничат с лесными массивами, такое устройство может стать не просто инструментом, а ключевым элементом системы безопасности, позволяющим оперативно отреагировать на возникновение пожара и предотвратить крупную катастрофу [4,5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22 июля 2008 № 123-ФЗ (ред. от 27.12.2018)-М.: 2019.-144 с.
2. Каменецкая Н. В., Медведева О. М., Хитов С. Б., Бардулин Е. Н. Обоснование выбора эффективных тактических приемов по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ методом последовательного анализа // Пожаровзрывобезопасность. – 2017. – Т. 26, №5. – С. 5 – 12.
3. Аспекты техносферной безопасности в концепции системы национальной безопасности / Ю. И. Синешук, А. С. Смирнов, С. Н. Терехин, Г. Л. Шидловский // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2024. – № 2(70). – С. 8-19. – DOI 10.61260/1998-8990-2024-2-8-19. – EDN MSBHFG.
4. Пешакова, В. А. Предложения по совершенствованию технических требований универсальных робототехнических комплексов / В. А. Пешакова, Н. В. Каменецкая // Математика и ее приложение в науке и образовании: Материалы Межвузовского научно-методического семинара с международным участием, Санкт-Петербург, 24 мая 2024 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева, 2024. – С. 199-200. – EDN CQYJMH.
5. Tsai W. T. An overview of environmental hazards and exposure risk of hydrofluorocarbons (HFCs) //Chemosphere. – 2005. – Т. 61. – №. 11. – С. 1539-1547.

СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ ПОЖАРНОЙ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Рагимов Д.Р.

Морозов А.А.

Университет гражданской защиты

Современное развитие пожарно-спасательной техники характеризуется активным внедрением инновационных решений, направленных на повышение эффективности, безопасности и устойчивости проведения аварийно-спасательных работ. В условиях стремительного технологического прогресса и увеличения числа чрезвычайных ситуаций особое значение приобретает интеграция цифровых, робототехнических и интеллектуальных технологий в процесс обеспечения пожарной безопасности.

Одним из ключевых направлений инновационного развития является использование робототехнических комплексов, способных выполнять задачи по тушению пожаров, разведке, поиску пострадавших и эвакуации людей в условиях, опасных для человека. Примеры таких систем включают роботизированные установки, оснащённые термостойкими камерами, дистанционным управлением, датчиками температуры, концентрации газов и системой автономного перемещения. Их применение позволяет минимизировать риски для личного состава и существенно повысить эффективность проведения спасательных операций.

Не менее важным направлением является развитие беспилотных авиационных комплексов (БАК). Дроны активно используются для аэровизуальной разведки, мониторинга пожаров, а также доставки первичных пожаротушащих средств в труднодоступные районы (рисунок 1).

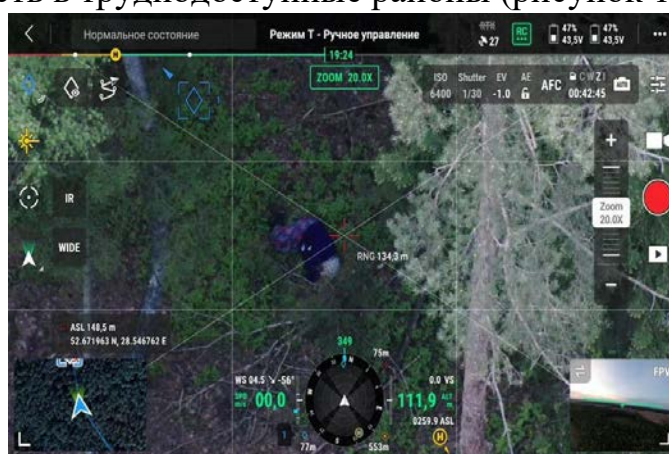
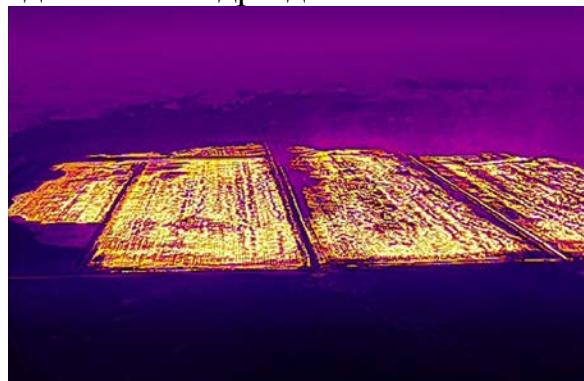


Рисунок 1 – Применение БАК при проведении аварийно-спасательных работ

Современные БАК способны работать в автономном режиме, обеспечивая непрерывное наблюдение за очагом возгорания и передачу информации в центр управления. Их оснащение тепловизорами позволяет видеть места подземного тления при торфяных пожарах, ведь на поверхности заметить его очень трудно. Оптические системы высокого разрешения позволяют точно определять зону распространения огня, что обеспечивает своевременное реагирование и координацию действий подразделений.



а – фото пожара в природных экосистемах с БЛА



б – фото такого пожара в тепловизионной камере БЛА

Рисунок 2 – Возможности БЛА при ликвидации пожаров в природных экосистемах

Перспективное развитие получает применение систем искусственного интеллекта (ИИ) в управлении пожарной техникой. ИИ позволяет обрабатывать большие объёмы данных, поступающих от различных сенсоров и источников наблюдения, моделировать поведение пожара, прогнозировать направления его распространения и определять оптимальные стратегии ликвидации. Использование машинного обучения способствует повышению автономности пожарных комплексов и улучшению принятия решений в экстремальных условиях.

Отдельное внимание уделяется внедрению инновационных материалов, устойчивых к высоким температурам, агрессивным средам и механическим повреждениям. Например, композитные материалы на основе углеродных волокон и керамических наполнителей позволяют создавать облегчённые, но прочные конструкции пожарных автомобилей и оборудования. Это способствует снижению массы техники и увеличению её маневренности, что особенно важно при работе в условиях ограниченного пространства или пересечённой местности.

Энергетическая эффективность также становится приоритетом при разработке современной пожарной техники. Гибридные и электрические силовые установки обеспечивают снижение уровня шума и вредных выбросов, повышая экологическую безопасность эксплуатации. В ряде стран активно разрабатываются автономные пожарные электромобили, способные работать от аккумуляторных источников энергии, а также использовать солнечные панели для подзарядки вспомогательных систем.

Важную роль играют системы связи и оповещения нового поколения, основанные на принципах Интернета вещей (IoT) и цифровых сетей пятого поколения (5G). Они позволяют в реальном времени отслеживать параметры обстановки, местоположение техники и состояние оборудования, повышая точность и оперативность принятия решений.

Инновации затрагивают и сферу подготовки пожарных кадров. Современные тренажёры и симуляционные комплексы с элементами виртуальной (VR) (рисунок 3) и дополненной реальности (AR) позволяют моделировать реальные чрезвычайные ситуации и отрабатывать действия в безопасной среде. Это значительно повышает качество подготовки специалистов и снижает вероятность ошибок в реальных условиях.



Рисунок 3. – Применение VR технологий на примере экспериментального тренажера VERS (Университет гражданской защиты)

Таким образом, инновации в области пожарно-спасательной техники формируют новую технологическую основу обеспечения безопасности населения. Комплексная цифровизация, роботизация, использование искусственного интеллекта и экологически чистых технологий способствуют значительному повышению эффективности, надёжности и устойчивости функционирования пожарно-спасательных подразделений. Будущее пожарной техники определяется синтезом инженерных достижений, интеллектуальных систем и гуманистических ценностей, направленных на сохранение жизни людей и защиту окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов, А.В. Инновационные технологии в пожарной технике / А.В. Кузнецов, И.Н. Романов // Современные проблемы пожарной безопасности. — 2024. — № 2(18). — С. 45–52.

2. Беляев, С.П. Применение беспилотных систем в пожаротушении / С.П. Беляев, М.Г. Дроздов // Вестник инженерной академии. – 2023. — № 4. С. 33–40.

3. Петров, П.П. Роботизация аварийно-спасательных работ: современные тенденции / П.П. Петров // Безопасность и устойчивое развитие. – 2022. – № 1. С. 12–19.

4. Смирнов, Д.Н. Энергоэффективные технологии в пожарно-спасательной технике / Д.Н. Смирнов, К.А. Бобров // Технические науки сегодня. – 2024. – № 5. С. 21–29.

ОГНЕВОЙ СИМУЛЯТОР ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ ГАЗОДЫМОЗАЩИТНИКОВ

Рак А.С.

Маханько В.И.

Университет гражданской защиты

Анализ эксплуатации учебно-тренировочных комплексов подготовки газодымозащитников в учреждениях образования МЧС позволяет рекомендовать к широкому использованию так называемые огневые симуляторы. Они предназначены для организации и проведения профессиональной подготовки пожарных и спасателей в условиях максимально приближенных к реальному воздействию опасных факторов пожара. Огневой симулятор представляет собой металлический контейнер с расположенным в передней части отсеком для проведения пожаротушения и наблюдения за развитием пожара – рабочим отсеком, а также места для горючей загрузки – огневого отсека. В тренажёре для контролирования развития пожара и управления дымом и газами оборудованы двери и люки.

Тренировки в огневом симуляторе позволяют решать такие практические задачи в области подготовки газодымозащитников, как:

1. Изучение процессов горения различных видов топливной загрузки;
2. Наглядное изучение горения аэрозолей (газо-воздушных смесей);
3. Демонстрации естественной и принудительной вентиляции дыма;
4. Отработка действий звеньев ГДЗС при опасных процессах горения пиролизных газов;
5. Оценка стадий развития пожара;
6. Отработка приемов защиты пожарных от экстремально высоких температур;

7. Психологическая адаптация к воздействию высокой температуры и открытого пламени;
8. Применение тепловизора для поиска очага пожара и пострадавших;
9. Тренировка тепловой адаптации при воздействии пара, возникающего в замкнутом объёме;
10. Отработка действий при входе в горящее помещение, передвижения внутри и различных приемов работы с ручными пожарными стволами;
11. Изучение и отработка способов предотвращения пиролизного взрыва (вспышки продуктов пиролиза);
12. Отработка дымоудаления при помощи ручных пожарных стволов звеном ГДЗС из помещения в процессе тушения пожара;
13. Наглядное изучение процессов горения аэрозолей (газо-воздушных смесей), в том числе пробежки пламени, всеобщей вспышки, самовоспламенения;
14. Формирование навыков оценки характеристик дыма, возникающего в результате сгорания твердых горючих веществ [1].

Из всех существующих способов тренировок газодымозащитников тренировки в огневом симуляторе являются наиболее приближенными к реальной обстановке на пожаре, содержат элементы со значительными физическими и эмоциональными нагрузками предельной сложности, что является важным требованием к проектированию теплодымокамер и площадок для подготовки газодымозащитников [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Огневой симулятор с твердотопливной пожарной загрузкой (УТК ФЕНИКС) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.asfotech.ru/catalog/trenirovochnye-kompleksy-dlya-podgotovki-pozharnykh-i-spasateley/ognevoy-simulyator-s-tverdotoplivnoy-pozharnoy-zagruzkoy-utk-feniks/> - Дата доступа 06.11.2025.
2. Приказ МЧС Республики Беларусь №200 от 16.06.2022 "Об утверждении Правил безопасности в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь" (в редакции Приказа МЧС №438 от 29.12.2023).

АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНО-ПОЛЯРИЗАЦИОННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Сергеенко А.В.

Хижняк А.В.

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

Обработка гиперспектральных и спектрально-поляризационных изображений находит широкое применение при контроле за сельскохозяйственными культурами, лесными массивами, качеством воздуха; при поиске малоконтрастных объектов интереса [1]. Развитие данных направлений обуславливает активную разработку новых методов и алгоритмов обработки таких изображений. Для ускорения и удешевления разработки новых методов и алгоритмов обработки принято использовать математическое моделирование изображений, соответствующих тем, которые предстоит обрабатывать разрабатываемыми методами и алгоритмами.

При моделировании таких изображений исходными данными являются:

- размер изображения (в пикселях);
- число классов (объектов и фонов), составляющих фоноцелевую обстановку;
- параметры принадлежности к определенным классам на изображении (объектов и фонов).

Процесс формирования изображения целесообразно разделить на три этапа. Общий вид трехэтапного алгоритма формирования гиперспектрально-поляризационного изображения наблюдаемой сцены, представлен на рисунке 1.

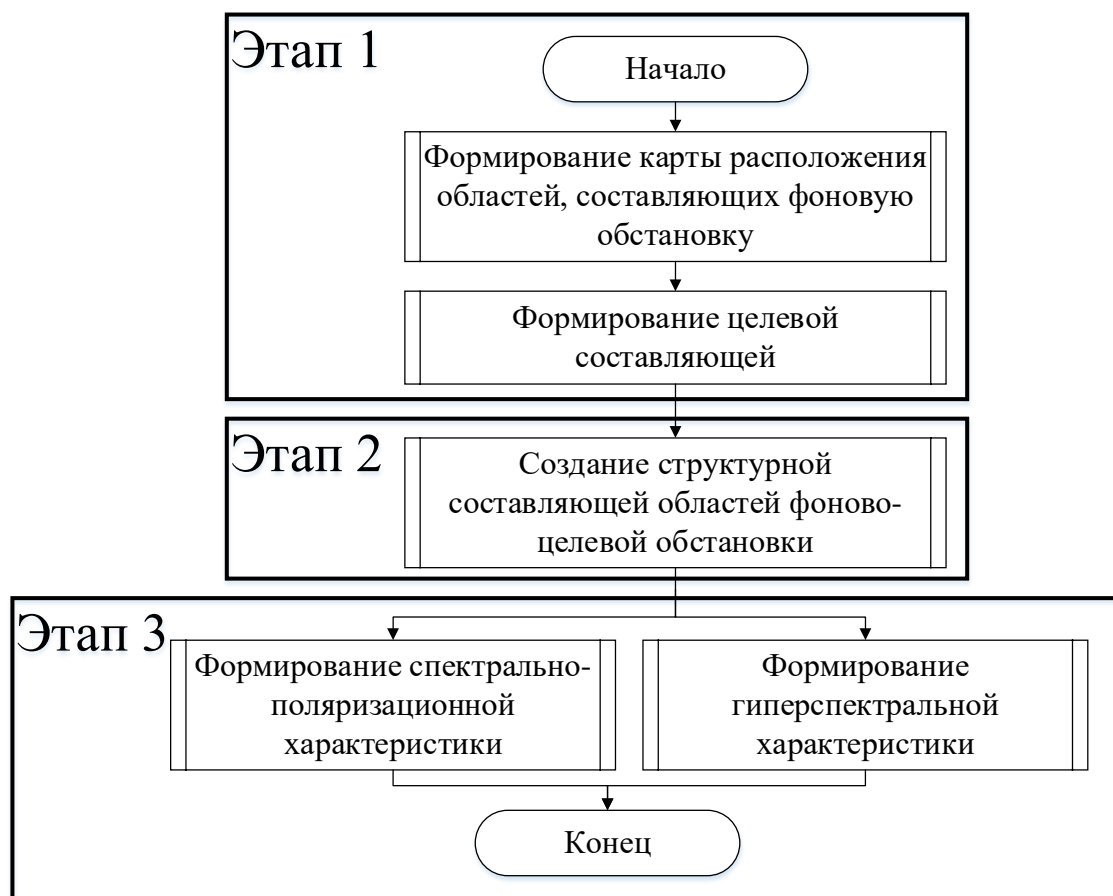


Рисунок 1 – Алгоритм формирования гиперспектрально-поляризационного изображения

Этап 1. На первом этапе формируется карта расположения областей фона и объектов интереса. Карта представляет собой двухмерную матрицу M :

$$M = (m_{ij})_{i=1, j=1}^{row, col}, \quad (1)$$

Где: m_{ij} – значение класса, к которому относится элемент матрицы M ;

row – количество строк матрицы M ;

col – количество колонок матрицы M .

Сначала выполняется формирование только фоновой составляющей. После формирования карты расположения областей фоновой составляющей выполняется размещение областей целевой составляющей.

Этап 2. После того, как на матрицу M размещены объекты интереса, выполняется обход каждой области для определения необходимости формирования ее структурной составляющей. Формирование структуры производится только для областей, относящих к классам, имеющим ярко выраженное разделение на разные подклассы.

Этап 3. По завершении обхода всех областей матрицы M начинается заключительный этап – формирование гиперспектральной и спектрально-поляризационной составляющих:

$$H = (h_{ijk})_{i=1, j=1, k=1}^{row, col, v}, \quad (2)$$

$$PL = (pl_{ijk})_{i=1, j=1, k=1}^{row, col, v}, \quad (3)$$

Где: H – тензор гиперспектральной составляющей;

h_{ijk} – значение интенсивности излучения;

v – число каналов;

PL – тензор спектрально-поляризационной составляющей;

pl_{ijk} – значение степени поляризации излучения.

В описанном алгоритме выделены ключевые этапы формирования изображения содержащего гиперспектральные и спектрально поляризационные характеристики отраженного излучения. В зависимости от исходных данных каждый из этапов должна быть реализован оптимальным для данных условий методом или алгоритмом. За счет возможности выбора реализации каждого из этапов исходя из исходных данных достигается гибкость предложенного алгоритма формирования изображений содержащих гиперспектральные и спектрально-поляризационные характеристики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев, Б. И. Оптическое дистанционное зондирование / Б. И. Беляев, Л. В. Катковский / БГУ. – Минск, 2006. – 455 с.

УДК 62-784:5

ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ – BRONTO SKY-RESCUE F42 RVSR

Симанько И.А.

Морозов А.А.

Университет гражданской защиты

Bronto SKY-RESCUE F42 RVSR – это специализированный пожарный автомобиль с коленчатым подъемником для спасения людей и тушения пожаров на высотных зданиях и промышленных объектах. Он представляет собой мобильный спасательный комплекс, способный работать на высоте до 42 метров (рисунок 1).



Рисунок 1 – Внешний вид автомобильного коленчатого подъемника Bronto SKY-RESCUE F42 RVSR

Ключевые инновации BRONTO SKY-RESCUE F42 RVSR

1. Уникальная подъемная система.

Четырехсекционная коленчатая стрела: Телескопическая конструкция из четырех секций с гидравлическим управлением.

Грузоподъемность платформы: до 400 кг с возможностью подъема 3-4 человек одновременно.

Система стабилизации: Четыре гидравлических выносные опоры с автоматическим нивелированием на неровной поверхности.

2. Многофункциональная система пожаротушения.

Интегрированная система водоснабжения: Автономный насос производительностью 3000 л/мин с подачей воды к платформе.

Дистанционно управляемый монитор: Лафетный ствол на платформе с расходом до 2000 л/мин.

Система орошения: Защитное водяное завесы вокруг платформы и стрелы.

3. Системы безопасности и спасения.

Аварийный привод: Ручной гидравлический насос для опускания стрелы при отказе основного оборудования.

Дублированная система управления: Пульты управления в кабине и на платформе.

Система связи: Громкая связь и переговорное устройство между платформой и землей.

4. Специализированное спасательное оборудование.

Комплект для вскрытия конструкций: Гидравлический аварийно-спасательный инструмент.

Набор медицинского оборудования: Носилки, аптечки, кислородные баллоны.

Спусковые устройства: для эвакуации пострадавших с высоты.

5. Тактические возможности.

Работа в стесненных условиях: Возможность работы при минимальной рабочей зоне 6,5×6,5 метра.

Круговой обзор с платформы: Панорамный обзор на 360 градусов.

Ночное видение: Инфракрасные камеры и прожекторы для работы в темное время суток.

6. Эргономика и комфорт.

Климат-контроль платформы: Обогрев и вентиляция спасательной платформы.

Антивибрационная система: Гашение колебаний при работе на высоте.

Эргономичные сиденья: С регулируемыми спинками и подлокотниками.

7. Силовая установка и шасси.

Мощный дизельный двигатель: 420 л.с. для обеспечения работы всех систем.

Шасси 4×2: Специальное шасси повышенной грузоподъемности.

Автоматическая коробка передач: Для плавного перемещения по городу.

8. Современные системы управления

Микропроцессорная система контроля: Постоянный мониторинг параметров работы стрелы.

Система предотвращения столкновений: Датчики приближения к препятствиям.

Цифровая панель управления: Сенсорные экраны с визуализацией рабочих параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рожков А.Н., Тимашов П.В. Пожарные автомобили для тушения крупных пожаров // Пожаровзрывобезопасность. 2021. № 4. С. 55–62.

2. Официальный технический каталог Rosenbauer International AG. 2023.

3. Rosenbauer: L'excellence de la technologie au service des pompiers. С. 36-41.

УДК 004.942

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК МЕТОД АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Слюсарева А.П.

Шакирова А.И.

Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева – КАИ

Чрезвычайные ситуации (ЧС) – одна из наиболее серьезных угроз как для людей, так и для окружающей среды. В связи с этим анализ и прогнозирование ЧС становятся важными задачами для обеспечения безопасности. Современные сложные производственные процессы делают

традиционные подходы к управлению рисками малоэффективны. В связи с этим необходим поиск новых методов для точного определения и анализа рисков. Ключевым инструментом для этого становятся методы математического моделирования, позволяющие глубоко изучить динамику потенциальных кризисов. Применение математических моделей для анализа аварийных ситуаций позволяет не только выявлять уязвимости в процессах, но и оценивать эффективность различных стратегий по их предотвращению.

Математическое моделирование — это средство изучения реального объекта, процесса или системы путём их замены математической моделью, более удобной для экспериментального исследования с помощью ЭВМ (электронно-вычислительная машина). Математическая модель — это приближённое представление реальных объектов, процессов или систем, выраженное в математических терминах и сохраняющее существенные черты оригинала [1].

Для построения математических моделей используются различные математические средства — языки дифференциальных, интегральных или разностных уравнений, теория множеств, математическая логика, теория вероятности. Методы математического моделирования можно разделить на методы аналитического, имитационного и комбинированного моделирования.

Аналитическое моделирование описывает процессы системы через функциональные соотношения, что помогает выявить ключевые взаимосвязи между компонентами. Оно включает три подхода:

- 1) Аналитический метод - нахождение явных зависимостей между параметрами, особенно эффективен для теоретических моделей и простых систем.
- 2) Численный метод — используется, когда аналитическое решение невозможно, позволяя получить приближенные результаты для конкретных условий.
- 3) Качественный метод - анализ свойств системы (устойчивость, асимптотическое поведение) без нахождения точного решения.

Имитационное моделирование позволяет воссоздать функционирование системы в динамике, сохраняя логику и последовательность процессов. Это дает возможность анализировать состояние системы в любой момент времени. Главное преимущество подхода — способность решать сложные задачи, учитывая нелинейные взаимосвязи и случайные воздействия, что часто недоступно для аналитических методов.

Комбинированное моделирование синтезирует аналитический и имитационный подходы. Система разбивается на подпроцессы, для которых выбирается наиболее эффективный тип модели (аналитическая или имитационная). Это позволяет решать новые, более сложные задачи, недоступные при использовании этих методов по отдельности.

Моделирование чрезвычайных ситуаций — это имитация обстановки, на определённой территории: здании, помещении в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия в

местах скопления большого количества людей. Прогнозирование чрезвычайных ситуаций — это опережающее отражение вероятности возникновения и развития ЧС на основе анализа возможных причин возникновения её источника в прошлом и настоящем. Схема построения математической модели для прогноза ЧС представлена на рисунке 1 [2].



Рисунок 1 – Схема построения математической модели

Моделирование чрезвычайных ситуаций позволяет оценивать сценарии и последствия угроз. Например, при моделировании наводнений создаются цифровые модели ландшафта и гидрологические модели, учитывающие интенсивность осадков, характеристики почвы и топографию. Это помогает прогнозировать зоны затопления и разрабатывать планы эвакуации. Аналогично, модели лесных пожаров используют данные о погоде, растительности и рельефе для прогнозирования распространения огня и выявления наиболее уязвимых территорий.

Интеграция математического моделирования в прогнозирование ЧС представляет собой цикл из шести этапов:

- 1) Сбор и обработка данных;
- 2) Анализ данных статистическими и ML-методами;
- 3) Разработка математических моделей ЧС;
- 4) Прогнозирование на основе моделей;
- 5) Внедрение профилактических мер;
- 6) Оценка эффективности и обновление системы безопасности.

Этот подход значительно повышает эффективность предупреждения ЧС, хотя и не заменяет полностью экспертные оценки. Математическое моделирование позволяет принимать обоснованные управленческие решения для заблаговременного снижения рисков.

ЛИТЕРАТУРА

- 1.Зайцева Н. А. Математическое моделирование: Учебное пособие. – Москва: РУТ (МИИТ), 2017. – 110 с.
- 2.Смирнов С.Н. Противопожарная безопасность. М.: ДиС, 2020.144 с.

УДК 623.618

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЕ ЦЕЛЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ В ГРУППИРОВКЕ РАЗНОТИПНЫХ ЗРК ПРИ ОТРАЖЕНИИ ВОЗДУШНОГО НАПАДЕНИЯ НА ОБЪЕКТ ОБОРОНЫ

Шелест И.Ф.; Масилевич А.В.

Хижняк А.В.

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

Решение задачи целераспределения (ЦР) в общем смысле представляет собой алгоритм, встроенный в систему поддержки принятия решения командира комплекса средств автоматизации. Организация решения задачи ЦР для защиты критически важного объекта предполагает учет ряда показателей, таких как подлетное время средств воздушного нападения (СВН) к дальней границе зоны поражения зенитных ракетных комплексов (ЗРК), соотношение стоимости СВН и средств их поражения, важность (опасность) СВН, вероятность поражения СВН каждым огневым средством и др. На основании этих показателей и формируются критерии, необходимые для эффективного решения главной задачи – максимизации обобщенного показателя эффективности [1].

После формирования матрицы подлетного времени согласно существующему алгоритму ЦР, дополнительно составим матрицы других частных показателей ЦР (эффективности-стоимости K ; важности целей L ; вероятности поражения СВН каждым огневым средством M) [1]. Таким образом, решение будет основываться на четырех матрицах: подлетного времени C ; эффективности-стоимости K ; важности целей L ; вероятности поражения СВН каждым огневым средством M .

Модель линейной многокритериальной задачи ЦР для случая равного количества СВН и средств их поражения имеет вид [2, 3]:

$$C(X) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min,$$

$$K(X) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n k_{ij} x_{ij} \rightarrow \min,$$

$$L(X) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n l_{ij} x_{ij} \rightarrow \min,$$

$$M(X) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n m_{ij} x_{ij} \rightarrow \min,$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad j = \overline{1, n},$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad i = \overline{1, n},$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \quad i, j = \overline{1, n},$$

где $C(X)$, $K(X)$, $L(X)$, $M(X)$ – целевые функций (частные критерии);
 n – количество СВН (ЗРК), участвующих в ЦР.

Методика решения задачи ЦР на основе рассчитанных исходных данных заключается в следующем.

1. Нормируются матрицы частных показателей согласно выражению:

$$\tilde{C}_{ij} = \frac{c_{ij} - c_{\min}}{c_{\max} - c_{\min}},$$

матрицы других частных показателей нормируются аналогично.

2. Формируются целевые функции $C(X)$, $K(X)$, $L(X)$, $M(X)$ с безразмерными коэффициентами:

$$\tilde{C}(X) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \tilde{c}_{ij} x_{ij},$$

безразмерные целевые функции остальных частных критериев формируются аналогично.

3. Составляется вектор $\Lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4)$ весовых коэффициентов относительной важности целевых функций

$$\lambda_l \geq 0, \quad l = \overline{1, 4}, \quad \sum_{l=1}^4 \lambda_l = 1.$$

В том случае, если все критерии имеют одинаковую важность, $\lambda_l = 0,25, \quad l = \overline{1, 4}$.

4. Формируется скалярная целевая функция (обобщенный критерий):

$$g(X) = \Delta(\tilde{C}(X), \tilde{K}(X), \tilde{L}(X), \tilde{M}(X), \Lambda)$$

где Δ – оператор свертки.

5. Осуществляется переход к однокритериальной задаче о назначениях вида:

$$g(X) \rightarrow \min,$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad j = \overline{1, n},$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad i = \overline{1, n},$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \quad i, j = \overline{1, n}.$$

6. Производится решение задачи венгерским методом или методом Мака. Результатом алгоритма является получение решения, оптимального по

Парето. Решая задачу многократно и с изменением весовых коэффициентов, можно получить множество Парето-оптимальных решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берзин, Е. А. Оптимальное распределение ресурсов и теория игр / Е. А. Берзин; под ред. Е. В. Золотова. – М.: Радио и связь, 1983. – 215 с.
2. Подиновский, В. В. Идеи и методы теории важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений / В. В. Подиновский. – М.: Наука, 2019. – 103 с.
3. Кожухаров, А. Н. Многокритериальная задача о назначениях / А. Н. Кожухаров, О. И. Ларичев / Автоматика и телемеханика. – 1987. – № 7. – С. 71 – 88.