

ФИЛИАЛ «ИНСТИТУТ ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ» УНИВЕРСИТЕТА ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ  
МЧС БЕЛАРУСИ



## **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ И ЛИКВИДАЦИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ: МЕТОДЫ, ТЕХНОЛОГИИ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

*Сборник материалов  
III международной заочной научно-практической конференции*

28 июня 2019 года

Светлая Роща, 2019

УДК 614.8  
ББК 68.9  
П71

**Организационный комитет конференции:**

*Рудольф В.С., начальник филиала ИППК Университета гражданской защиты МЧС Беларуси – председатель;*

*Каминский А.А., заместитель начальника филиала ИППК Университета гражданской защиты МЧС Беларуси – заместитель председателя.*

**Члены организационного комитета:**

*Бабич В.Е., начальник кафедры специальной подготовки филиала ИППК Университета гражданской защиты МЧС Беларуси канд. техн. наук, доц.;*

*Горовых О.Г., профессор кафедры специальной подготовки филиала ИППК Университета гражданской защиты МЧС Беларуси канд. техн. наук, доц.;*

*Кондратович А.А., профессор кафедры повышения квалификации филиала ИППК Университета гражданской защиты МЧС Беларуси канд. техн. наук, доц.;*

*Миканович А.С., начальник кафедры пожарной безопасности Университета гражданской защиты МЧС Беларуси, канд. техн. наук, доц.;*

*Яшеня Д.Н., начальник факультета подготовки руководящих кадров Университета гражданской защиты МЧС Беларуси;*

*Суриков А.В., начальник кафедры организации службы, надзора и правового обеспечения Университета гражданской защиты МЧС Беларуси;*

*Булыга Д.М., начальник кафедры повышения квалификации филиала ИППК Университета гражданской защиты МЧС Беларуси;*

*Тупеко С.С., доцент кафедры повышения квалификации филиала ИППК Университета гражданской защиты МЧС Беларуси, канд. юр. наук, доц.*

*Шумило О.Н. – ответственный секретарь.*

П71 Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций:  
методы, технологии, проблемы и перспективы : сб. материалов  
III международной заочной научно-практической конференции :  
Светлая Роца : Филиал ИППК, 2019. – 194 с.

Материалы не рецензировались, ответственность за содержание несут авторы.

УДК 614.8  
ББК 68.9

© Филиал «Институт переподготовки и  
повышения квалификации» Университета  
гражданской защиты МЧС Беларуси, 2019

- КОЦУБА А.В., ЩУР Р.А.** (Филиал «Институт переподготовки и повышения квалификации»). Опасные факторы пожара, воздействующие на дыхательную систему человека. 124
- НОВАК О.В.** (Филиал «Институт переподготовки и повышения квалификации» Университета гражданской защиты МЧС Беларуси). Усиление уголовной ответственности за нарушения требований пожарной безопасности. 126
- ОСТАПОВ К.М.** (Национальный университет гражданской защиты Украины). Исследование параметров ствола-распылителя РС-10 для подачи плоско-радиальных струй гелеобразующих составов. 129
- ОСТАПОВ К.М.** (Национальный университет гражданской защиты Украины). Исследование параметров дистанционной подачи гелеобразующих составов установкой АУГГОС-М. 135
- САМСОНИК А.Р., ЧУМИЛА Е.А., ФЕДЬКОВИЧ В.А.** (Университет гражданской защиты МЧС Беларуси). Снижение риска получения стресса спасателей, с помощью физических тренировок. 141
- СИДОРОВИЧ С.В.** (Государственное авиационное аварийно-спасательное учреждение «АВИАЦИЯ» МЧС Беларуси). Совершенствование воздушного пожаротушения в Европе. 144
- СИРОВОЙ В.В.** (Национальный университет гражданской защиты Украины). Имитационное моделирование пожаротушения с использованием гелеобразующих составов. 147
- СИРОВОЙ В.В.** (Национальный университет гражданской защиты Украины). Определение расчетным путем тактических возможностей подразделений на автоцистернах с установкой их на водосточники. 152
- ТУПЕКО С.С., ПИЛЯК Т.В.** (Филиал «Институт переподготовки и повышения квалификации» Университета гражданской защиты МЧС Беларуси). О роли международных организаций в правовом регулировании мирного использования атомной энергетики. 158
- УРБАНОВИЧ О.В., САМОСЮК Е.Б., ВОЛОЩИК В.А.** (Университет гражданской защиты МЧС Беларуси). Гуманитарные аспекты предупреждения и ликвидации ЧС. Психолого-педагогические проблемы подготовки специалистов МЧС. 162

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДИСТАНЦИОННОЙ ПОДАЧИ ГЕЛЕОБРАЗУЮЩИХ СОСТАВОВ УСТАНОВКОЙ АУГГОС-М**

*Остапов К.М.*

*Национальный университет гражданской защиты Украины,  
г. Харьков*

Отметим, что с начала 1990-х годов в мире с применением воды ликвидировалось около 82% пожаров [1]. Жидкостные средства пожаротушения на основе воды нашли наиболее распространенное применение благодаря доступности, удобству транспортировки к месту пожара и использования различных технических средств и тактических приемов, обеспечивающих безопасную работу личного состава пожарных [2].

В этом смысле следует особо подчеркнуть, что несмотря на все преимущества воды, она имеет существенный недостаток, который заключается в больших ее потерях за счет стока с наклонных поверхностей, что существенно снижает ее огнетушащую эффективность и приводит к дополнительным убыткам от пролива на нижележащие этажи [3].

Существенно уменьшить потери огнетушащего вещества (ОВ) (в том числе и воды), а также прямые и побочные убытки, позволяет применение гелеобразующих составов (ГОС), использование которых позволяет уменьшить побочные убытки от пролива воды в десятки раз [4].

Одной из проблем использования ГОС на практике, заключается в том, что специфические особенности приемов подачи ГОС [5], которые состоят из двух отдельно сохранившихся и отдельно-одновременно поданных компонент на объекты пожаротушения, до сих пор почти не рассматривались, что в принципе не позволяло достаточно эффективно и широко использовать их на практике.

В процессе исследования механизма тушения гелеобразующими составами [6], а также оценки его эффективности, использовались установки тушения АУТГОС и АУТГОС-П [4]. Вместе с этим ранее предложенные технические решения и приемы подачи ГОС фактически позволяли проводить тушение, с расстояния не более 1-го метра, что с точки зрения безопасности личного состава и требований технических норм, по минимальной длине струи ОВ - не соответствует требованиям и не позволяет достаточно эффективно и широко использовать ГОС на практике [7].

Для обеспечения требований государственных стандартов и безопасной реализации ГОС в работе [8] была разработана опытная установка тушения гелеобразующими соединениями АУГГОС-М, которая позволяет осуществлять подачу двух компонент ГОС на расстояние до 10 метров, тем самым реализуя их более безопасно. Однако, исследования [9] по тушению модельных очагов установкой АУГГОС-М показали, что использование данной установки без соответствующего отработки тактико-технических особенностей подачи, а именно более детального рассмотрения траекторий

движения одиночными и бинарными струями компонент ГОС, не позволяет использовать их максимально эффективно на практике.

Целью работы является обеспечение рационального трассировки струй составляющих ГОС при подаче их на расстояние до 10 метров.

Исследование особенностей работы устройств и установок пожаротушения осуществляется, как правило, опытным путем в сочетании его с математическими методами теорий, основанных на экспериментальном материале. Поэтому в начале экспериментальных исследований изучалась возможность представления движения одиночных и бинарных распыленных струй ГОС к условным объектам пожаротушения в виде линий, которые воспроизводят их осевые траектории.

На фото (рис. 1) изображена реальная картина подачи струи ОВ, где узловыми точками показана траектория движения струи ОВ.



**Рис. 1. Формирование экспериментальных данных для аналитического построения траекторий движения струй, подаваемых установкой АУГГОС-М.**

В таблице 1 в качестве примера применения математической обработки экспериментальных данных, приведены усредненные результаты оценки среднеарифметических значений координат точек, принадлежащих линиям, которые упрощенно воспроизводят осевые траектории струй ОВ.

Таблица 1.

Усредненные значения координат «реперных» точек разделенных в три этапа траекторий движения струй ОВ.

Точка №		1	2	3	4	5	6	7	8
Струя	$X_1$ (м)	0,6	1,7	3	4,2	5,6	6,8	8,2	9
	$Z_1$ (м)	1,2	1,4	1,6	2	2,1	2	1,6	1,7

Как и ожидалось, движение струй обеих компонент ГОС на объект пожаротушения, осуществлялся параболическими траекториям (рис. 1). Поэтому, с помощью полученных фото и видео материалов, возможно

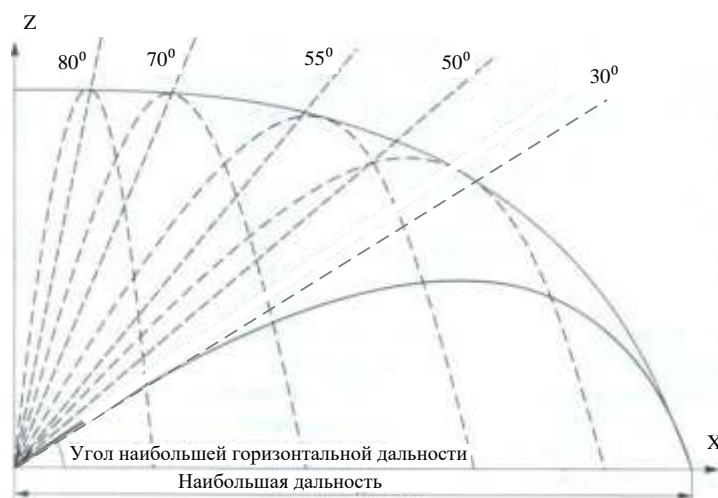
достаточно точно установить геометрические параметры траекторий движения ГОС.

Дальнейшая обработка и анализ этого материала могут быть осуществлены на основе соответствующих графиков, таблиц, математических зависимостей, построенные разными методами. Среди наиболее распространенных методов, которые превращают табличные данные экспериментов в различные кривые, удобные при анализе изучаемых процессов, является известный метод наименьших квадратов (МНК) [10]. Здесь табличные данные определяются на основании значений координат узловых точек (реперных точек) равномерно разделенной сеткой с шагом  $\Delta n = (a \leq x_1 < \dots < x_n \leq b)$ .

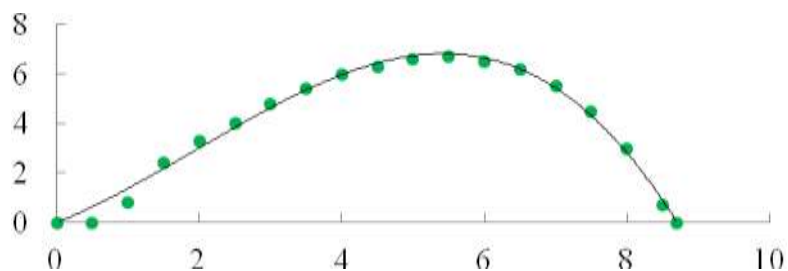
Более общим методом, где указанная сетка разделена не равномерно, используют разновидность МНК - метод интерполяции табличных данных полиномами Лагранжа  $L_n(x) = L_n(f; x)$ , такими, что  $L_n(x_k) = f(x)$  [1].

На основании "снятых" с фотоматериалов усредненных экспериментальных значений координат траекторий распыленных струй ОВ, которые подаются в точку условного очага пожара на начальной стадии исследований будем пользоваться этим методом.

В результате обобщения данных проведенных экспериментальных исследований находятся кривые осевых линий струй ГОС, которые зависят от угла наклона стволов (рис. 2). Графики необходимых траекторий, таблицы соответствующих координат узловых точек и аналитические выражения, по траекториям на рис. 2 изображены на рис. 3-5.



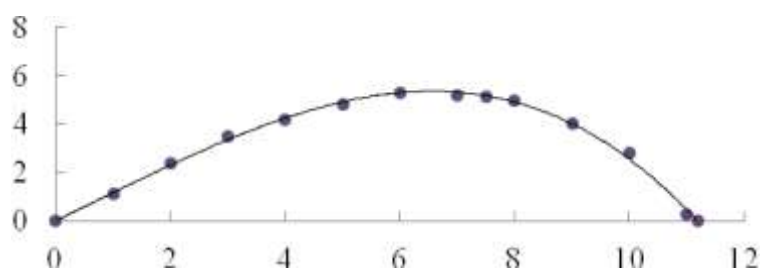
**Рис. 2. Траектории осевых линий струй воды, подаваемых стволом-распылителем под разными углами наклона  $\alpha$ .**



$$z(x) = -0,3937x^3 - 1,8998x^2 + 13,343x + 0,8893.$$

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8,7
z	0	1,5	3,3	4,8	6,0	6,6	6,5	5,5	3,0	0

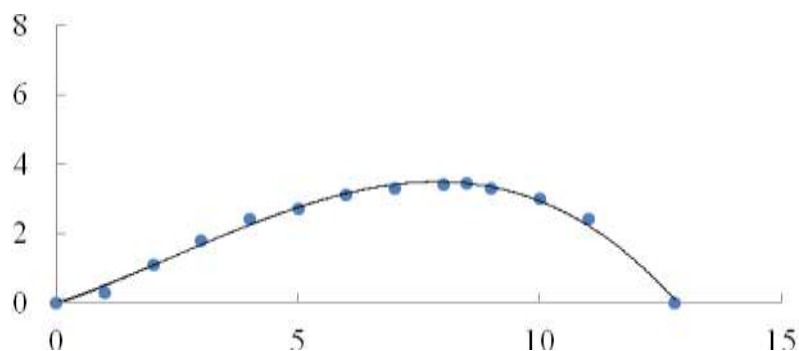
Рис. 3. Траектория осевой линии струи, подаваемой стволом-распылителем под углом наклона 55°.



$$z(x) = -0,0928x^3 - 0,1223x^2 + 13,16x + 0,9958.$$

	1	2	3	4	5	6	7	7,5	8	9	10	11	11,2
	1,1	2,4	3,5	4,2	4,8	5,3	5,2	5,15	5,0	4,0	2,8	0,3	0

Рис. 4. Траектория осевой линии струи, подаваемой стволом-распылителем под углом наклона 50°.



$$z(x) = -0,0646x^3 - 0,4605x^2 + 4,733x + 0,5329.$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5	9	10	11	12,8
	0,6	1,1	1,8	2,4	2,7	3,1	3,3	3,4	3,45	3,3	3,0	2,4	0

Рис. 5. Траектория осевой линии струи, подаваемой стволом-распылителем под углом наклона 30°.

Найденные таким образом аналитические зависимости с тактико-технической точки зрения удобнее (в оперативной обстановке) использовать с помощью графиков (рис. 2) так, что сразу имеем возможность выбрать необходимую дистанцию размещения установки типа АУГГОС-М и угол наклона ствола-распылителя для подходящего случая пожаротушения.

Проведенные экспериментальные исследования, позволившие получить материал для разработки математических моделей процессов подачи ГОС на расстояние 10 и более метров с помощью установки АУГГОС-М. В результате обобщения данных проведенных экспериментальных исследований были определены кривые осевых линий струй ОБ / ГОС, которые зависят от угла наклона стволов, устанавливаются в зависимости от требуемой дистанции подачи ОБ. Проанализированы результаты экспериментальных данных с точки зрения сбора альтернативных траекторий движения составляющих струй ГОС при различных углах наклона стволов-распылителей, с целью обеспечения эффективного тушения с разных дистанций. Показано, что траектория движения струй ГОС и ее характерные параметры могут быть определены на основе математической модели с использованием интерполяционных полиномов Лагранжа третьей степени. Дальнейшее их уточнения качественно не меняет вид решения, только повышается степень аппроксимирующего полинома с некоторыми осложнениями анализа.

### ЛИТЕРАТУРА

11. World Fire Statistics. Report 22 [Electronic resource] // Mode of access: [https:// www.ctif.org/world-fire-statistics](https://www.ctif.org/world-fire-statistics)
12. John Norman Fire Officers Handbook of Tactics / Norman John. South Sheridan Road Tulsa, Oklahoma, 2012–311 p.
13. Калугин В.Д., Кустов М.В. Вогнетушащие эмульсии: теория, соединения, использования: монография / В.Д. Калугин, М.В. Кустов – Х.: НУЦЗУ, 2011. – 178 с.
14. Абрамов Ю.А. Гелеобразующие огнетушащие и огнезащитные средства повышенной эффективности применительно к пожарам класса А: монография / Ю.А. Абрамов, А.А. Киреев. – Харьков: НУЦЗУ, 2015. – 254 с.
15. Namounda A.A. Factor saffecting alkalines odium silicategelation for in depth reservoirpro filemo dification / A.A. Namounda, H.A. Akhlaghi Amiri // Energies, 2014. – no. 7. – pp. 568–590.
16. Chow W.K. A review on studying extinguishing room fires by water mist / Chow W.K., Li Y.F. // J. Appl. Fire Sci. – 2002–2003. – V. 11, № 4. – С. 367–403.
17. Ostapov K.M. Development of the installatio for the binary feed ofgelling for mulations to extinguishing facilities / K.M. Ostapov, Yu.N. Senchihin, V.V. Syrovoy // Scienceand Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences – Budapest: Rózsadomb, 2017. – Issue 132 – P. 75–77. Режим доступа: [http:// repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/3891](http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/3891)



18. Пат. 118440 Украина, МПК А 62 С 31/00, А 62 С 31/02. Установка дистанционного тушения пожаров гелеобразующими составами / Голендер В.А., Росоха С.В., Сенчихин Ю.Н., Сировой В.В., Остапов К.М. – заявитель и патентообладатель Национальный университет гражданской защиты Украины.– № 201701600. Заявл. 20.02.2017; Надр. 10.08.2017; Бюл. 15. – 5 с.

19. Остапов К.М. Особенности применения опытной установки АУТГОС-М / К.М. Остапов, Ю.Н. Сенчихин, В.В. Сыровой // Научный вестник строительства - Харьков: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2017. – Вып. 88, С. 276–279.

20. Дудко В.С. Экономико-математическое моделирование: учебное пособие: в 2 частях / В.С. Дудко, Т.Д. Краснова, В.В. Лаговський. – Ирпень: НУДПСУ, 2010. – 448 с.

21. Свердан М.М. Основы научных исследований: учеб. посіб./ М.М. Свердан, М.Р. Свердан. – Чернівці : Рута, 2006. – 352 с.

22. Физико-математическое моделирование и информационные технологии: науч. сб. Вып.12 / Гол. ред. Я. Бурак. – Л. : н-т пример. проблем механики и мат. им. Я. Подстригача, 2010. – 215 с.

