



**МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ
УКРАЇНСЬКОЮ,
АНГЛІЙСЬКОЮ,
ПОЛЬСЬКОЮ
МОВАМИ**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

*XVII Міжнародної науково-
практичної конференції
молодих вчених, курсантів
та студентів*

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Львів – 2022

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Голова:

Андрій КУЗИК – проректор з науково-дослідної роботи ЛДУБЖД, д.с.-г.н., професор

Заступник голови:

Сергій ЄМЕЛЬЯНЕНКО – начальник відділу організації науково-дослідної діяльності ЛДУБЖД, к.т.н.

Члени оргкомітету:

Alan FLOWERS, Kingston University, London, Great Britain, PhD

Henryk POLCIK, SEW, Cracow, Poland, PhD

Rafal MATUSZKIEWICZ, The Main School of Fire Service, Warsaw, Poland, Msc

Юрій РУДИК, головний науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності, д.т.н., доцент

Юрій СТАРОДУБ, професор відділу організації науково-дослідної діяльності, д. ф.-м. н., професор

Ярослав КИРИЛІВ, старший науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності, к.т.н., с.н.с.

Василь КАРАБИН, начальник Навчально-наукового інституту психології та соціального захисту, д.т.н., доцент

Андрій ЛИН, начальник Навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки, к.т.н., доцент

Василь ПОПОВИЧ, начальник Навчально-наукового інституту цивільного захисту, д.т.н., доцент

Ольга МЕНЬШИКОВА, заступник начальника Навчально-наукового інституту цивільного захисту, к.ф.-м.н., доцент

Іван ПАСНАК, заступник начальника Навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки, к.т.н., доцент

Ірина БАБІЙ, заступник начальника інституту з навчально-наукової роботи Навчально-наукового інституту психології та соціального захисту, к.п.н.

**ОРГАНІЗАТОР
ТА ВИДАВЕЦЬ**

Львівський державний університет
безпеки життєдіяльності

**Технічний редактор,
комп'ютерна верстка
Друк на різнографі**

Климус М.В.
Петролюк Н.І.

Відповідальний за друк Фльорко М.Я.

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ: ЛДУ БЖД, вул. Клепарівська, 35,
м. Львів, 79007

Контактні телефони: (032) 233-24-79,
тел/факс 233-00-88

Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності: Зб. наук. праць XVII Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, курсантів та студентів. – Львів: ЛДУ БЖД, 2022. – 376 с.

Збірник сформовано за науковими матеріалами XVII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів «**Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності**».

Збірник містить матеріали таких тематичних секцій:

- Пожежна та техногенна безпека.
- Організаційно-правові аспекти забезпечення безпеки життєдіяльності.
- Організація проведення аварійно-рятувальних робіт та гасіння пожеж.
- Екологічні аспекти безпеки життєдіяльності.
- Інформаційні технології у безпеці життєдіяльності.
- Управління проектами та програмами у безпеці життєдіяльності.
- Промислова безпека та охорона праці.
- Природничо-наукові аспекти безпеки життєдіяльності.
- Соціальні, психолого-педагогічні аспекти та гуманітарні засади безпеки життєдіяльності.
- Цивільна безпека.

© ЛДУ БЖД, 2022

Здано в набір 04.03.2022. Підписано до друку
18.03.2022. Формат 60x84^{1/3}. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 23,5.

Гарнітура Times New Roman.
Друк на різнографі. Наклад: 100 прим.

Друк: ЛДУ БЖД
вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007.
ldubzh.lviv@dns.gov.ua

За точність наведених фактів, економіко-статистичних та інших даних, а також за використання відомостей, що не рекомендовані до відкритої публікації, відповідальність несуть автори опублікованих матеріалів. При передрукуванні матеріалів посилання на збірник обов'язкове.



**MATERIALS ARE PRINTED IN
UKRAINIAN, ENGLISH AND
POLISH LANGUAGES**

**COLLECTION OF SCIENTIFIC
PAPERS**

*XVII International Scientific and Prac-
tical Conference of
young scientists, cadets
and students*

**PROBLEMS AND
PROSPECTS FOR THE
DEVELOPMENT OF THE
SECURITY SYSTEM
LIFE ACTIVITIES**

Lviv – 2022

EDITORIAL BOARD:

- Chairman:** **Andriy Kuzyk** – Vice-Rector for Research LSULS, Doctor of Agricultural Sciences, professor
- Deputy Chairman:** **Serhiy YEMELYANENKO** – head of the department of organization of research activities LSU LS, Candidate of Technical Sciences
- Members of the organizing committee:** **Alan FLOWERS**, Kingston University, London, Great Britain, PhD
Henryk POLCIK, SEW, Cracow, Poland, PhD
Rafal MATUSZKIEWICZ, The Main School of Fire Service, Warsaw, Poland, Msc.
Yuriy RUDYK, Chief Researcher of the Department for Organization of Scientific Research, LSULS, PhD
Yuriy STARODUB, Professor of the Department for Organization of Scientific Research, LSULS, D.Sc.
Yaroslav KYRYLIV, Senior Researcher of the Department for Organization of Scientific Research, LSULS, PhD
Vasyl KARABYN, Head of the Institute of Psychology and Social Security, LSULS, D.Sc.
Andriy LYN, Head of the Institute of Fire and Industrial Safety, LSULS, PhD
Vasyl POPOVYCH, Head of the Institute of Civil Protection, LSULS, D.Sc.
Olha MENSHYKOVA, Deputy-head of the Institute of Civil Protection, LSULS, PhD
Ivan PASNAK, Deputy-head of the Institute of Fire and Industrial Safety, LSULS, PhD
Iryna BABII, Deputy-head of the Institute of Psychology and Social Protection, LSULS, PhD

**ORGANIZER
AND PUBLISHER**

Lviv State University of Life Safety

**Technical editor,
Computer typesetting
Printing on a risograph**

Klymus M.V.
Petrolyuk N.I.

Responsible for printing

Fl'orko M.YA.

EDITORIAL OFFICE

ADDRESS:

LSU LS, Kleparivska Street, 35,
Lviv city, 79007

Contact telephones:

(032) 233-24-79,
233-00-88

Problems and prospects of security system development vital activity:

Collection of scientific papers XVII International scientific-practical conference by young scientists, cadets and students. – Lviv: LSU LS, 2022. – 335 p.

The collection is based on scientific materials of XVII International scientific-practical conference by young scientists, cadets and students "**Problems and prospects for the development of life safety system**".

The collection contains materials from the following thematic sections:

- Fire and industrial safety
- Organizational and legal procedures of life safety
- Carrying out fire and rescue operations
- Environmental issues of life safety
- Information technologies in life safety
- Management of projects and programs in life safety
- Industrial and occupational safety
- Natural science perspectives in life safety
- Social, psychological and humanitarian foundations of life safety
- Civil safety

© LSU LS, 2022

Sent to the set on 04.03.2022. Signed to print 18.03.2022. Format 60x84^{1/3}. Offset paper.

Conditional printing of sheets. 23,5.

Headset Times New Roman.

Printing on a risograph. Circulation: 100 copies.

Printing: LSU LS

Kleparivska Street, 35, Lviv city, 79007.

ldubzh.lviv@dsns.gov.ua

For the accuracy of the facts, economic, statistical and other data and to use information that is not recommended for open publications the authors of the published materials are responsible. When reprinting materials reference to the collection is required.

УДК 614.84

**ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ГЕЛЕУТВОРЮЮЧИХ СКЛАДІВ ПРИ
РІЗНИХ ПОЧАТКОВИХ УМОВАХ ПОДАЧІ ДВОХ ЙОГО
КОМПОНЕНТ**

Остапов Костянтин, кандидат технічних наук, доцент
Національний університет цивільного захисту України

Отримано теоретичні і практичні результати аналізу процесу подавання вогнегасних речовин, що дозволяють будувати траєкторії руху струменів гелеутворюючих складів зі складанням алгоритмів трасування їх руху, що необхідно при вирішенні задач забезпечення ефективного гасіння і захисту об'єктів пожежогасіння з мінімальними витрати вогнегасних речовин.

Ключові слова: гелеутворюючі склади, вогнегасні речовини, траєкторії руху, кут, швидкість.

**STUDY OF THE MOVEMENT OF GEL-FORMING COMPOSITIONS
UNDER DIFFERENT INITIAL CONDITIONS OF SUPPLY OF ITS TWO
COMPONENTS**

Ostapov K.M., Candidate of Technical Sciences, associate professor
National University of Civil Defense of Ukraine

Theoretical and practical results of the analysis of the process of supplying fire extinguishing substances, which allow to build trajectories of jets of gel-forming compositions with algorithms for tracing their movement, which is necessary in solving problems of effective extinguishing and protection of fire extinguishing facilities with minimal cost of extinguishing agents.

Keywords: gel-forming compositions, fire-extinguishing substances, trajectories, angle, speed.

Розвиваючи ідеї досліджень [1] в частині гасіння пожеж гелеутворюючими складами (ГУС) із застосуванням автономних установок гасіння типу АУГГУС і АУГГУС-П, доводиться констатувати, що однією з проблем підвищення ефективності пожежогасіння гелеутворюючими складами, є своєчасне змішування і як наслідок гелеутворення компонентів ГУС, що істотно впливає на кількість вогнегасних складових ГУС, які безпосередньо беруть участь у гасінні (коефіцієнт використання) [2].

У зв'язку з цим, локалізація і ліквідація виникаючих загорянь і пожеж класу А, вимагає не тільки збільшувати кількість поданих на вогнище вогнегасних складів, а й застосовувати при цьому відповідне тактичне забезпечення. Тобто, до всього іншого, мати і кваліфіковано використовувати науково обґрунтовані рекоменда-

ції про те яким найбільш ефективним чином працювати з пожежно-технічним оснащенням.

У літературі з пожежної справи досить повно досліджені питання пожежогасіння подачею компактних і розпилених струменів води в осередок пожежі за допомогою лафетних і ручних стволів. Розроблено методи та методики моделювання самого процесу гасіння пожеж [3]. Однак питання, пов'язані з дистанційною подачею бінарних потоків гелеутворюючих складів при пожежогасінні, а так само вивчення руху компонент ГУС розглядаються нами вперше.

Актуальність роботи викликана потребою подальшого розвитку *тактичне забезпечення* засобів з доставки гелеутворюючих сполук в осередок пожежі для підвищення ефективності їх застосування при гасінні пожеж в будівлях та спорудах.

Мета дослідження - аналіз траєкторій прицільного руху складових ГУС, що подаються з двох стволів-розпилювачів на вогнище пожежі.

Для отримання фактичного експериментального матеріалу спочатку вирішувалося завдання аналізу руху струменів вогнегасних речовин (ВГР) в Декартовому просторі з урахуванням так званих Ейлеревих кутів, підвищення стволів відносно горизонту і їх відхилення відносно площини націлювання на об'єкт пожежогасіння.

Для отримання фактичного експериментального матеріалу спочатку вирішувалося завдання аналізу руху струменів ВГР в Декартовому просторі з урахуванням так званих Ейлеревих кутів (α – підвищення стволів відносно горизонту і ψ – їх відхилення відносно площини націлювання ОХЗ на об'єкт пожежогасіння).

Таблиця 1

Порівняльні гідродинамічні параметри ВГР (вода) з ГУС

№ з/п	Робочі розчини		Густина, кг/м ³	Поверхневий натяг, $\times 10^{-3}$, Н/м
1.	Вода		1000	72,8
2.	ГУС (1)	Na ₂ O·2,95SiO ₂ (3%)+	1040	
		CaCl ₂ (3%)	1040	
3.	ГУС (2)	Na ₂ O·2,95SiO ₂ (12%)+	1075	
		NH ₄ H ₂ PO ₄ (25%)	1125	

Порівняння результатів, отриманих як у випадку подачі у якості ВГР гелеутворюючих сумішей (ГУС 1 та ГУС 2), так і у випадку подачі води довело достовірність її застосування в подібних дослідженнях. За формулою (1) це було перевірено (див. табл.2) укладанням отриманих результатів з використанням ГУС в довірчі інтервали, які були розраховані з надійністю 0,95 порівняно з результатами використання води:

$$x = \bar{x} \pm 1.96 \cdot \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}, \quad (1)$$

де n – кількість випадків попадання в ціль при подаванні підфарбованої води, за результатами для яких визначались відповідні математичні очікування \bar{X} та середньоквадратичні відхилення σ_x для дальності, ширині подачі та часу руху.

Таблиця 2

Результати подачі компактних струменів ВГР/ГУС на мішень-екран установкою АУГГУС з однаковими кутами нахилу стволів при різних тисках в установці

№ з/п			Дальність подачі, м				Ширина подачі, м				
			1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3	
1		Тиск, МПа	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3	
2	Вогнегасна суміш	ГУС 1	2,9	3,4	3,9	4,4	0,5	0,6	0,65	0,75	
3		ГУС 2	3	3,5	4	4,5	0,5	0,6	0,65	0,75	
4		Вода фарбована 1	2,8	3,3	3,8	4,3	0,5	0,6	0,65	0,75	
5		Вода фарбована 2	3	3,5	4	4,5	0,45	0,55	0,6	0,7	
6		Вода фарбована 3	2,95	3,5	3,95	4,5	0,55	0,65	0,7	0,8	
7		Вода фарбована 4	2,9	3,45	3,9	4,35	0,55	0,6	0,75	0,85	
8		Довірчий інтервал		2,81	3,32	3,81	4,32	0,47	0,56	0,61	0,71
9				3,02	3,55	4,02	4,55	0,56	0,64	0,74	0,84

Як і очікувалося, рух обох струменів ВГР (підфарбована вода), що імітували подачу компонент ГУС на об'єкт пожежогасіння, здійснюється за параболічними траєкторіями. За допомогою отриманих фото і відео матеріалів, при застосуванні води в експериментах можливо досить точно прогнозувати геометричні параметри траєкторій руху і складових ГУС (наприклад, максимальну дальність та ін., як це доведено таблицею 2) в залежності від Ейлеревих кутів і робочого тиску (напору) в стволах-розпилювачах.

Відомі математичні прийоми, викладені в роботах [4, 5], які застосовні при аналітичних дослідженнях траєкторій руху кожної зі складових ГУС окремо. У них передбачається, що одиночний струмінь ВГР, спрямований під кутом до горизонту (рис. 2), здійснює рух в повітрі, опір якого пропорційно швидкості елементарних частинок струменя (крапель). Що б встановити параметри траєкторії руху такого струменя досліджуваний процес ідеалізується і вводиться допущення, що дрібнення крапель за рахунок присутності в водних розчинах ВГР/ГУС спеціальних добавок відсутня.

Тоді спираючись на класичні схеми досліджень руху тіл, кинутих під кутом до горизонту, будемо мати траєкторії польоту крапель такі, як показані на рис. 2:

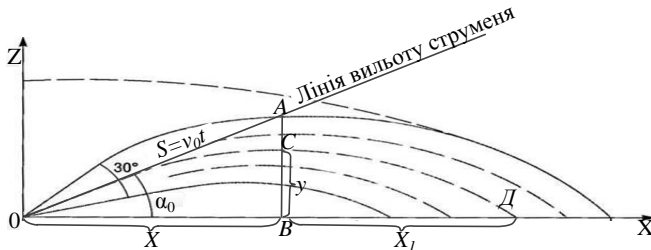


Рис. 2. Ілюстрація до висновку рівняння траєкторії польоту крапель ВГР з початковою швидкістю руху в гравітаційному полі

Тут мається на увазі, що: початкова швидкість вильоту краплі масою m дорівнює v_0 , і опір середовища пропорційно (з коефіцієнтом k) швидкості v елементарної частинки струменя. Позначивши прискорення сили тяжіння через g , отримаємо систему диференціальних рівнянь [8]:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m} \cdot \frac{dx}{dt} = 0 ; \quad \frac{d^2z}{dt^2} + \frac{k}{m} \cdot \frac{dz}{dt} = -g . \quad (2)$$

Для отримання аналітичних виразів, що описують рух гелеутворюючих вогнегасних складів при різних початкових умовах подачі двох компонент ГОС зі зрізу стволів-розпилювачів, запропонований підхід до визначення параметрів їх траєкторій цілеспрямованих на вогнище пожежі.

Література

1. 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.
2. Анализ процесса подачи и траектории потока струй огнетушащего вещества установкой АУТГОС / С.В. Росоха, Ю.Н. Сенчихин, А.А. Киреев, К.М. Остапов // Проблемы пожарной безопасности – Харьков: НУЦЗУ, 2015. – Вып. 38. – С. 56–65. – Режим доступа: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/3311>
3. Ольшанский В.П. Вопросы внешней баллистики огнетушащих веществ / В.П. Ольшанский, О.А. Дубовик. – Харьков. «Митець», 2005. – 236 с.

4. Куценко Л.М. Методи геометричного моделювання в задачах пожежної безпеки / Куценко Л.М., Бобов С.В., Росоха С.В. – Харків : АЦЗУ, 2004. – 175 с.

5. Рева Г.В. Анімаційне комп'ютерне моделювання деяких процесів в задачах пожежної безпеки / Г.В. Рева, Л.М. Куценко, С.В. Росоха // Проблеми пожежної безпеки. Юбилейный выпуск. – Харьков : АПБУ, 2003. – С.147–163.

Середа Дмитро, Балло Я.В. АНАЛІЗ ПОЖЕНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ВІТРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ANALYSIS OF THE READY HAZARD OF WIND POWER PLANTS	31
Верхолюк Юлія, Вовк С.Я. АНАЛІЗ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ ANALYSIS OF FIRE SAFETY SYSTEMS IN THE CONSTRUCTION AND OPERATION OF HIGH-RISE BUILDINGS.....	35
Цісарук Назарій, Кушнір А.П. , БЕЗДРОТОВІ WiFi СИСТЕМИ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ WIRELESS WiFi FIRE DETECTION SYSTEMS.....	39
Лесюк Діана, Бабаджанова О.Ф. БЕЗПЕЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ НАЙБІЛЬШОГО РЕЗЕРВУАРА В СИСТЕМІ МАГІСТРАЛЬНИХ НАФТОПРОВОДІВ УКРАЇНИ SAFE OPERATION OF THE LARGEST TANK IN THE SYSTEM OF UKRAINIAN MAIN OIL PIPELINES.....	43
Верхолюк Юлія, Кравець І.П. ВИБІР АВТОМАТИЧНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ CHOICE OF AUTOMATIC DEVICES FOR PROTECTION OF ELECTRICAL NETWORKS	47
Клим'юк І.М., Кравець І.П. ВИДИ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ TYPES AND EFFICIENCY OF ELECTRICAL NETWORKS	51
Климась Руслан, Одинець Алла, Коваленко В.В. ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМІНОЛОГІЇ У СФЕРІ ЗБИРАННЯ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ПРО ПОЖЕЖІ ON THE DEFINITION OF TERMINOLOGY IN THE FIELD OF COLLECTION OF FIRE STATISTICS.....	55
Коцюр О.В., Ференц Н.О. ДОСЛІДЖЕННЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕКИ КОМБІКОРМОВОГО ВИРОБНИЦТВА INVESTIGATION OF EXPLOSION SAFETY OF FODDER PRODUCTION.....	60
Остапов К.М. ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ГЕЛЕУТВОРЮЮЧИХ СКЛАДІВ ПРИ РІЗНИХ ПОЧАТКОВИХ УМОВАХ ПОДАЧІ ДВОХ ЙОГО КОМПОНЕНТІВ STUDY OF THE MOVEMENT OF GEL-FORMING COMPOSITIONS UNDER DIFFERENT INITIAL CONDITIONS OF SUPPLY OF ITS TWO COMPONENTS.....	64
Гриньова Альона, Кравець І.П. ЗАСОБИ І СПОСОБИ БЛИСКАВКОЗАХИСТУ ДЛЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД MEANS AND METHODS OF LIGHTNING PROTECTION FOR BUILDINGS AND STRUCTURES	69