ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ БЕЗПЕКИ
ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ УКРАЇНСЬКОЮ,
АНГЛІЙСЬКОЮ ТА ПОЛЬСЬКОЮ МОВАМИ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

ЛДУБЖД

№ 46, 2025

заснований у 2002 році

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Паснак І. В., ***головний редактор*****,** к.т.н., доц., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Лавренюк О. І.,** ***заступник головного редактора*****,** д.т.н., доц., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Яковчук Р. С.,** ***заступник головного редактора*****,** д.т.н., доц., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Пазен О. Ю.,** ***відповідальний секретар*****,** к.т.н., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Баланюк В. М**., д.т.н., доц., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Башинський О. І.,** к.т.н., доц., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Вовк С. Я.,** к.т.н., доц., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Гащук П. М.,** д.т.н., проф., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Демчина Б. Г.,** д.т.н., проф., Національний університет «Львівська політехніка», Україна; **Домінік А. М.,** к.т.н., доц., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Ємельяненко С. О.,** к.т.н., старший дослідник, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Кирилів В. І.,** к.т.н., с.н.с., Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка, Україна; **Коваленко В. В.,** к.т.н., с.н.с., Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту, Україна; **Ковалишин В. В.,** д.т.н., проф., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Коваль М. С.,** д.пед.н., проф., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Козяр М. М.,** д.пед.н., проф., Член-кореспондент НАПН України, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Костенко В. К.,** д.т.н., проф., Донецький національний технічний університет МОН України, Україна; **Кузик А. Д.,** д.с-г.н., проф., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Лозинський Р. Я.,** к.т.н., доц., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Лоїк В. Б.,** к.т.н., доц., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Михалічко Б. М.,** д.х.н., проф., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Попович В. В.,** д.т.н., проф., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Придатко О. В.,** к.т.н., доц., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Птак Сімон**, PhD, Головна школа пожежної служби, Польща; **Ратушний Р. Т.,** д.т.н., проф., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Ренкас А. А.,** к.т.н., доц., Державна служба України з надзвичайних ситуацій, Україна; **Тацій Р. М.,** д.ф.-м.н., проф., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Тригуба А. М.,** д.т.н., проф., Львівський національний аграрний університет, Україна; **Шукіс Рітолдас,** PhD, доц., Вільнюський технічний університет ім. Гедиміна, Литва; **Ярош Войцех**, PhD, Головна школа пожежної служби, Варшава, Польща.

Видавничий дім
«Гельветика»
2025

ISSN 2078-6662 (print)
ISSN 2708-1087 (online)

DOI: 10.32447/20786662.46.2025.00

ЗАСНОВНИКИ Львівський державний університет безпеки життєдіяльності (ЛДУБЖД)

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

ВИДАВЕЦЬ Львівський державний університет безпеки життєдіяльності (ЛДУБЖД)

ЗАРЕЄСТРОВАНО Національною радою України з питань телебачення та радіомовлення (рішення № 292 від 08.02.2024, ідентифікатор медіа R30-02253)

СУБ'ЄКТ У СФЕРІ ДРУКОВАНИХ МЕДІА Львівський державний університет безпеки життєдіяльності (вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007, ldubzh.lviv@dsns.gov.ua, тел. (032) 233-00-88)

ВНЕСЕНО ДО ПЕРЕЛІКУ НАУКОВИХ ФАХОВИХ ВИДАНЬ УКРАЇНИ ЯК ДРУКОВАНЕ ПЕРІОДИЧНЕ ВИДАННЯ КАТЕГОРІЇ «Б»
(Наказ МОН України від 02.07.2020 року № 886)

ВНЕСЕНО ДО БІБЛОГРАФІЧНИХ БАЗ ДАНИХ:
«Наукова періодика України» в Національній бібліотеці України ім. В.І. Вернадського, «ULRICH'S PERIODICALS DIRECTORY», «Google Scholar» та ін.

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради ЛДУБЖД
(*Протокол № 10 від 04.06.2025 р.*)

Літературний редактор Чудеснова І. М.

Комп'ютерна верстка Клименко Т. О.

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ: ЛДУБЖД, вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007
Контактний телефон: (099) 60 66 532
E-mail: journal.firesafety@gmail.com

Збірник наукових праць «Пожежна безпека» видається з 2002 року. Запланована періодичність: 2 рази на рік. Тематична спрямованість: оригінальні та оглядові праці в галузі безпеки та оборони за спеціальністю Пожежна безпека.

Здано в набір 09.06.2025. Підписано до друку 12.06.2025.
Формат 60x84/8. Ум. друк. арк. 15,58. Зам. № 0725/546. Наклад 150 прим.
Гарнітура Times New Roman. Папір офсетний. Цифровий друк.
Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
65101, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1
Телефон +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.

ЗМІСТ

В. О. Боровиков, О. М. Слуцька, Р. Ю. Сукач, Д. П. Войтович
ВИКОРИСТАННЯ ПЛІВКОУТВОРЮВАЛЬНИХ ПІНОУТВОРЮВАЧІВ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ У СВІТЛІ ПОЛОЖЕНЬ СТОКГОЛЬМСЬКОЇ КОНВЕНЦІЇ ПРО СТІЙКІ ОРГАНІЧНІ ЗАБРУДНЮВАЧІ — 5

Р. Б. Веселівський, Д. В. Смоляк, І. М. Поліщук, А. А. Петренко
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СПОСОБІВ ЗАКРІПЛЕННЯ РЯТУВАЛЬНОЇ МОТУЗКИ ЗА КОНСТРУКЦІЮ — 20

С. Я. Вовк, О. В. Шаповалов, А. П. Кушнір, Н. О. Ференц
АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ — 30

Т. М. Войтович, В. В. Ковалишин, О. П. Войтович, І. І. Калужняк
ОГЛЯД СУЧАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КОРОЗІЙНОЇ ДІЇ ПІНОУТВОРЮВАЧІВ ТА ЇХ РОБОЧИХ РОЗЧИНІВ НА ЕЛЕМЕНТИ СИСТЕМ ПОЖЕЖОГАСІННЯ — 45

Н. В. Жезло-Хлевна, О. В. Хлевной, Ю. С. Назар, Ю. О. Борзов, В. Й. Довбняк
ЕВАКУАЦІЯ ОСІБ ІЗ МОДУЛЬНИМИ ПРОТЕЗАМИ НИЖНІХ КІНЦІВОК ПРИ ПОЖЕЖІ: СУЧАСНИЙ СТАН, ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ДОСЛІДЖЕНЬ — 53

О. І. Лавренюк, Б. М. Михалічко
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ГОРЮЧОСТІ ЕПОКСІАМІННИХ КОМПОЗИЦІЙ — 65

CONTENTS

V. O. Borovykov, O. M. Slutska, R. Yu. Sukach, D. P. Voytovych
USE OF FILM-FORMING FOAMING AGENTS FOR FIRE EXTINGUISHING IN THE LIGHT OF THE PROVISIONS OF THE STOCKHOLM CONVENTION ON PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS — 5

R. B. Veselivskyi, D. V. Smolyak, I. M. Polishchuk, A. A. Petrenko
STUDY OF THE EFFECTIVENESS METHODS OF FIXING OF THE LIFELINE TO THE STRUCTURE — 20

S. Ya. Vovk, O. V. Shapovalov, A. P. Kushnir, N. O. Ferents
ANALYSIS OF WAYS TO PROVIDE FIRE PROTECTION FOR HIGH-RISE BUILDINGS — 30

T. M. Voitovych, V. V. Kovalyshyn, O. P. Voitovych, I. I. Kaluzhniak
REVIEW OF CURRENT RESEARCH ON THE CORROSIVE EFFECTS OF FOAM CONCENTRATES AND THEIR WORKING SOLUTIONS ON FIRE SUPPRESSION SYSTEM COMPONENTS — 45

N. V. Zhezlo-Khlevna, O. V. Khlevnoi, Yu. S. Nazar, Yu. O. Borzov, V. J. Dovbniak
EVACUATION OF PEOPLE WITH MODULAR LOWER LIMB PROSTHESES IN THE EVENT OF A FIRE: CURRENT STATUS, PROBLEMS AND RESEARCH PROSPECTS — 53

O. I. Lavrenyuk, B. M. Mykhalichko
EXPERIMENTAL STUDY AND MATHEMATICAL MODELING OF COMBUSTIBILITY INDICATORS OF EPOXY-AMINE COMPOSITES — 65

ЗМІСТ

О. В. Лазаренко, Р. Ю. Сукач, Я. Б. Великий, Б. Я. Бойчук
ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДРІБНОРОЗПИЛЕНИХ СТРУМЕНІВ ВОДИ ПІД ЧАС ГАСІННЯ ПОЖЕЖ У ПІДВАЛЬНИХ ПРИМІЩЕННЯХ — 72

В. І. Лущ, Р. М. Конанець, Я. Б. Великий, Р. С. Ткаченко, Н. І. Гузар
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЖИТТЄВИХ ПОКАЗНИКІВ ГАЗОДИМОЗАХИСНИКІВ ПІД ЧАС ІМІТАЦІЇ ВИКОНАННЯ ОПЕРАТИВНИХ ДІЙ НА ПОЖЕЖІ — 78

В. С. Мирошкін, М. З. Пелешко, Вол. В. Ковалишин, І. С. Грідасов
НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ВИКОРИСТАННЯ ПОХИЛИХ ПІДЙОМНИКІВ ДЛЯ ЕВАКУЮВАННЯ ЛЮДЕЙ В РАЗІ ПОЖЕЖІ — 89

В.-П. О. Пархоменко, Б. М. Михалічко, О. І. Лавренюк, Р. В. Пархоменко, І.П. Кравець
ІННОВАЦІЙНІ РОЗРОБКИ ТА СУЧАСНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВОДНИХ ВОГНЕГАСНИХ РОЗЧИНІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНГІБІТОРІВ — 97

Р. Л. Пелех, В. М. Марич
АНАЛІЗ ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ПОЖЕЖОГАСІННЯ ТОНКОРОЗПИЛЕНОЮ ВОДОЮ — 106

В. С. Петренко, О. М. Саух
ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОЇ КУЛЬТУРИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ У ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ ЗАСОБАМИ E-LEARNING — 116

Ю. О. Терлецький, О. Ю. Пазен, Р. М. Тацій, А. С. Лин
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ПОЖЕЖІ НА НАГРІВАННЯ ОРІЄНТОВАНО-СТРУЖКОВИХ ПЛИТ — 126

CONTENTS

O. V. Lazarenko, R. Yu. Sukach, Y. B. Velykyi, B. Ya. Boichuk
QUALITATIVE ASSESSMENT OF WATER MIST JETS APPLIED DURING EXTINGUISHING FIRES IN BASEMENT — 72

V. I. Lushch, R. M. Konanets, Ya. B. Velykyi, R. S. Tkachenko, N. I. Huzar
EXPERIMENTAL STUDIES FOR DETERMINING THE VITAL PARAMETERS OF SMOKE DIVERS DURING SIMULATION OF OPERATIONAL ACTIONS AT THE FIRE — 78

V. S. Myroshkin, M. Z. Peleshko, V. V. Kovalishyn, I. S. Gridasov
REGULATORY AND LEGAL PROVISION OF SAFETY WHEN USING INCLINED LIFTS FOR EVACUATION OF PEOPLE IN THE EVENT OF FIRE — 89

V.-P. O. Parkhomenko, B. M. Mykhalichko, H. I. Lavrenyuk, R. V. Parkhomenko, I. P. Kravets
INNOVATIVE DEVELOPMENTS AND MODERN METHODS FOR ENHANCING THE EFFICIENCY OF WATER-BASED FIRE EXTINGUISHING SOLUTIONS USING INHIBITORS — 97

R. L. Pelekh, V. M. Marych
ANALYSIS OF FACTORS THAT INFLUENCE ON THE EFFICIENCY OF FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS WITH FINE SPRAY WATER — 106

V. S. Petrenko, O. M. Saukh
FORMATION OF DIGITAL FIRE SAFETY CULTURE AMONG STUDENTS USING E-LEARNING MEANS — 116

Yu. O. Terletskyi, O. Yu. Pazen, R. M. Tatsiy, A. S. Lyn
RESEARCH ON THE INFLUENCE OF FIRE PARAMETERS ON THE HEATING OF ORIENTED-STAINLESS STEEL BOARDS — 126

Пожежна безпека
Fire Safety
https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/PB

УДК 614.841
This article is an Open Access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0) License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

DOI https://doi.org/10.32447/20786662.46.2025.02

Р. Б. Веселівський, Д. В. Смоляк, І. М. Поліщук, А. А. Петренко
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності,
м. Львів, Україна

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3266-578X – Р. Б. Веселівський
https://orcid.org/0000-0002-5458-326X – Д. В. Смоляк
https://orcid.org/0009-0004-5221-8885 – І. М. Поліщук
https://orcid.org/0009-0008-2403-6338 – А. А. Петренко
roman_veselivskuy@yahoo.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СПОСОБІВ ЗАКРІПЛЕННЯ РЯТУВАЛЬНОЇ МОТУЗКИ ЗА КОНСТРУКЦІЮ

Постановка проблеми. Одним з елементів підготовки пожежно-рятувальних підрозділів є навчальні вправи з рятувальною мотузкою. Мотузка пожежна рятувальна призначена для використання під час проведення рятувальних робіт на висоті, саморятування пожежника, роботи в обмеженому просторі, організації страхування під час роботи в безопорному просторі та проведення інших аварійно-рятувальних робіт на висоті. Для ефективного застосування мотузки пожежної рятувальної у кожному із зазначених випадків необхідне її швидке та надійне закріплення за конструкцію (опору). Особовий склад пожежно-рятувальних підрозділів використовує чотири способи закріплення рятувальної мотузки за конструкцію, які регламентовані законодавством. Вони є ефективними, простими у в'язанні та доволі надійними. Проте нормативний час навчальної вправи «закріплення рятувальної мотузки за конструкцію», що максимально складає 5 с, є складним, а поспіх виконання призводить до неправильного в'язання та ненадійності вузла. Також слід зауважити, що на правильність та швидкість виконання цієї вправи будуть впливати рівень підготовки особового складу та температура довкілля (зимовий/літній період).

Враховуючи важливість правильного та надійного закріплення мотузки за конструкцію (опору), що справлятиме безпосередній вплив на ефективність роботи рятувальника та якість виконання професійних обов'язків, маємо обґрунтувати значення нормативного часу виконання навчальної вправи «закріплення рятувальної мотузки за конструкцію».

Мета роботи. Встановлення залежності часу виконання вправи «закріплення рятувальної мотузки за конструкцію» від рівня підготовки особового складу та температури довкілля (зимовий/літній період).

Методи досліджень. Проведено практичне дослідження виконання вправи «закріплення рятувальної мотузки за конструкцію» 1, 2, 3 та 4 способами із здобувачами освіти спеціальності «Пожежна безпека» Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. Ці дослідження проводились у літній та зимовий період із тими самими групами здобувачів освіти.

Основні результати. Ґрунтуючись на проведених дослідженнях, встановили, що під час виконання вправи у літній період 12 % здобувачів освіти усіх груп не виконали вправу, при цьому 40 % від загальної кількості виконали вправу на межі зарахування нормативу. У зимовий період незадовільні оцінки отримали 56 % здобувачів, а на межі зарахування нормативу – 27 %. Ці відсоткові значення свідчать про значний вплив температури довкілля на час виконання навчальної вправи «закріплення рятувальної мотузки за конструкцію. У літній період студенти виконали норматив на 45 %, а курсанти на 54 % краще відносно слухачів. У зимовий період студенти та курсанти показали рівень підготовки вищий за слухачів на 85 % та 149 % відповідно, що свідчить про вагомий вплив рівня підготовки.

Висновки. На основі досліджень встановлено залежність часу виконання вправи «закріплення рятувальної мотузки за конструкцію» від рівня підготовки особового складу та температури довкілля (зимовий/літній період). Зокрема, встановлено, що студенти та курсанти краще виконують норматив відносно слухачів на 45 % та 54 % у літній період та 85 % та 149 % у зимовий період. На основі резуль-

татів практичних тестувань здобувачів освіти обґрунтовано необхідність поділу виконання вправи на літній та зимовий період, оскільки більше половини здобувачів освіти усіх груп не виконала вправу за температури повітря від 0 °С до +5 °С.

Обґрунтовано та запропоновано значення нормативного часу виконання навчальної вправи «закріплення рятувальної мотузки за конструкцію» для підготовки особового складу пожежно-рятувальних підрозділів (частин).

Ключові слова: пожежна безпека, мотузка пожежна рятувальна, пожежний-рятувальник, вузол, нормативний час виконання вправи, практичні дослідження, тестування.

R. B. Veselivskyi, D. V. Smolyak, I. M. Polishchuk, A. A. Petrenko
Lviv State University of Life Safety
Lviv, Ukraine

STUDY OF THE EFFECTIVENESS METHODS OF FIXING OF THE LIFELINE TO THE STRUCTURE

Formulation of the problem. One of the elements of training for fire and rescue units is training exercises with a lifeline. The fire rescue rope is intended for use in rescue operations at height, firefighter self-rescue, work in confined spaces, organization of insurance when working in unsupported spaces and other rescue operations at height. For the effective use of a fire rescue rope, in each of the above cases, it is necessary to quickly and reliably fasten it to a structure (support). The personnel of fire and rescue units use 4 methods of securing a lifeline to a structure, which are regulated by law. These methods are effective, easy to knit and quite reliable. However, the standard time of the training exercise "fixing a lifeline to a structure", which is a maximum of 5 seconds, is difficult, and the rush to perform it leads to incorrect tying and unreliability of the knot. It should be noted that the correctness and speed of this exercise will be influenced by the level of training of the personnel and the ambient temperature (winter/summer).

Given the importance of correct and reliable rope anchoring to a structure (support), which will have a direct impact on the rescuer's performance and the quality of professional duties, it is necessary to justify the value of the standard time for the training exercise "anchoring a rescue rope to a structure".

The purpose of the work. Establishing the dependence of the time of the exercise "fixing a lifeline to a structure" on the level of training of personnel and ambient temperature (winter/summer).

Research methods. A practical study of the exercise "fixing a rescue rope to a structure" in 1, 2, 3 and 4 methods was conducted with students of the specialty "Fire Safety" of the Lviv State University of Life Safety. These studies were conducted in summer and winter with the same groups of students.

Main results. Based on the research, it was found that when performing the exercise in the summer, 12 % of students of all groups did not perform the exercise, while 40 % of the total number performed the exercise on the verge of passing the standard. In winter, 56 % of applicants received unsatisfactory grades, and 27 % were on the verge of passing the standard. These percentage values indicate a significant effect of ambient temperature on the time of the training exercise "securing a lifeline to a structure". In the summer, students fulfilled the standard by 45 %, and cadets were 54 % better than the trainees. In winter, students and cadets showed a level of training higher than that of trainees by 85 % and 149 %, respectively, which indicates a significant impact of the level of training.

Conclusions. Based on the research, the dependence of the time of the exercise "fixing a rescue rope to a structure" on the level of training of personnel and ambient temperature (winter/summer) was established. particular, it was found that students and cadets fulfill the standard better than trainees by 45 % and 54 % in summer and 85 % and 149 % in winter. Based on the results of practical tests of students, the necessity of dividing the exercise into summer and winter periods is substantiated, since more than half of the students of all groups did not perform the exercise at air temperatures from 0 °C to +5 °C.

The value of the normative time for the training exercise "fixing a rescue rope to a structure" for the training of personnel of fire and rescue units (units) is substantiated and proposed.

Key words: fire safety, fire rescue rope, firefighter-rescuer, knot, standard time of the exercise, practical research, testing.

Постановка проблеми. Упродовж 2024 року в Україні зареєстровано 105 214 пожеж, порівняно з 2023 роком. кількість пожеж збільшилась на 54,9 %. Унаслідок пожеж загинула 1 521 людина (53 дитини), 1 798 людей отримали травми (123 дитини). Кількість загиблих унаслідок пожеж збільшилася на 3,6 %, а кількість травмованих – на 16,9 %.

Матеріальні втрати від пожеж склали 53 млрд 400 млн 047 тис. грн (з них прямі збитки становлять 24 млрд 633 млн 864 тис. грн; побічні – 28 млрд 766 млн 183 тис. гривень). Кількість знищених

Рис. 1. Основні показники, що характеризують стан із пожежами у державі у 2024 році порівняно з 2023 роком

і пошкоджених будинків (споруд) збільшилася на 26,7 % (36 359 од. проти 28 705 од.) [1].

На основі статистичних даних стану з пожежами в Україні та викликів сьогодення, а саме військової агресії з боку російської федерації, можна дійти висновку, що підготовка особового складу пожежно-рятувальних підрозділів повинна проводитися на високому рівні з постійним вдосконаленням, відповідаючи реаліям сьогодення.

Одним з елементів підготовки пожежно-рятувальних підрозділів є навчальні вправи з рятувальною мотузкою. Мотузка пожежна рятувальна (далі – мотузка) [1], призначена для використання під час проведення рятувальних робіт на висоті [2], саморятування пожежника, роботи в обмеженому просторі [3], організації страхування під час роботи в безопорному просторі та проведення інших аварійно-рятувальних робіт на висоті. Для ефективного застосування мотузки пожежної рятувальної у кожному із зазначених випадків необхідне її швидке та надійне закріплення за конструкцію (опору). Для закріплення мотузки за конструкцію використовують багато вузлів, як-от «булінь», «провідник вісімка», «штик», «пікетний вузол», «лисельний вузол», «глуха петля», «констриктор», «рифовий вузол», «кур'єрський вузол», «вузол Маршара», «вузол Бахмана», «Гарда» [4]. Ці типи вузлів у своїй діяльності використовують альпіністи, скелелази, рятувальники, верхолази, працівники комунальних підприємств та інші спеціалісти, діяльність яких пов'язана з роботою на висоті.

Слід відзначити, що особовий склад пожежно-рятувальних підрозділів (частин) під час виконання рятувальних робіт на висоті, а також для здійснення саморятування переважно використовує чотири способи закріплення рятувальної мотузки за конструкцію, які регламентовані [5]. Ці способи показали свою ефективність, і використовуються українськими пожежниками декілька десятиліть. Порівняно з вузлами, що наведені у джерелі [4], вони є простими у в'язанні та доволі надійні. Проте нормативний час навчальної вправи «закріплення рятувальної мотузки за конструкцію», що максимально складає 5 с, є складним, а поспіх виконання призводить до неправильного в'язання та ненадійності вузла. Також слід зауважити, що на правильність та швидкість виконання цієї вправи справлятимуть вплив рівень підготовки особового складу та температура довкілля (зимовий/літній період).

Враховуючи важливість правильного та надійного закріплення мотузки за конструкцію (опору), що справлятиме безпосередній вплив на ефективність роботи рятувальника та якість виконання професійних обов'язків, маємо обґрунтувати значення нормативного часу виконання навчальної вправи «закріплення рятувальної мотузки за конструкцію».

Огляд публікацій щодо способів закріплення рятувальної мотузки за конструкцію. Вузли використовують для закріплення мотузки за конструкцію, створення надійних петель, з'єднання мотузок однакового та різного діаметру тощо. У повсякденній службовій діяльності рятувальники (пожежники) під час проведення рятувальних операцій працюють з рятувальною мотузкою. У США та Великобританії [6], пожежники працюють з інструментами та рятувальним обладнанням, використовуючи різні тактики та навички в'язання вузлів. Найчастіше використовуються «напівзчіпний вузол», «Clove Hitch», «булінь»,

«провідник вісімка», «метелик», «далекобійник». Приклад використання рятувальної мотузки з альпійськими вузлом «метелик» наведено у джерелі [7] де великобританські пожежники під час перевірки димоходу закріпили та проклали мотузку від передньої до задньої частини будівлі над дахом. У Індії [8] для зв'язування або кріплення рятувальної мотузки задля підйому, обв'язування, перетягування або закріплення предметів використовують такі вузли: «вісімка», «рифовий вузол», «крісельний вузол», «овеча ніжка», «напівзв'язка», «булінь», «зубчаста зв'язка», «бекет-бенд», «котяча лапа» тощо. Дослідження технік рятування за допомогою мотузки та рівня підготовки під час рятування з використанням мотузки представлено у джерелі [9]. Також способи використання рятувальних мотузок та вузлів наведено у роботах [10–13]. На особливу увагу заслуговує підготовка рятувальників та пожежників до роботи з рятувальними мотузками під час проведення рятування, пошуку потерпілих, їх деблокування та розбору завалів внаслідок ракетних бомбардувань. В такому разі проведення робіт на висоті, створення точок закріплення рятувальних мотузок має бути як швидким, так і надійним.

З огляду на проведений огляд та важливість аварійно-рятувальних робіт у системі підготовки рятувальників дослідження, спрямовані на підвищення ефективності способів закріплення рятувальної мотузки за конструкцію, є актуальним завданням.

Метою роботи є встановлення залежності часу виконання вправи «закріплення рятувальної мотузки за конструкцію» від рівня підготовки особового складу та температури довкілля (зимовий/літній період).

Основний матеріал. Впродовж року, в рамках службової підготовки, особовий склад пожежно-рятувальних підрозділів склалає заліки з виконання навчальних вправ, де «закріплення рятувальної мотузки за конструкцію» є одним з основних нормативів. Нормативи виконання цієї навчальної вправи представлено у табл. 1.

Чинними вимогами [5] встановлено, що для особового складу пожежно-рятувальних підрозділів (частин) максимальний час виконання цієї вправи складає 5 с, що, очевидно, є недостатнім для виконання вправи. Також цими вимогами не встановлено поділ виконання вправи на літній та зимовий період, хоча цим самим документом поділ на літній та зимовий період передбачено у вправі «в'язання вузлів» для рятувальників-верхолазів, верхолазів та рятувальників гірських. При цьому граничний час виконання цього нормативу в зимовий період збільшується на 5 с, що складає 16 % від максимального нормативного часу (табл. 2).

Аналізуючи дані, що висвітлені в «Порядку організації службової підготовки осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту», незрозумілим вважаємо підхід до встановлення часових рамок оцінювання нормативу. Що особовий склад пожежно-рятувальних підрозділів, що рятувальники-верхолази, верхолази та рятувальники гірські використовують типові рятувальні мотузки [14], і властивості мотузки в зимовий період (нижче 5 °С) є однаковими: вони твердішають та втрачають гнучкість. Відомо [15–17], що фізичні властивості волокнистих мотузок, як-от еластичність та гнучкість, погіршуються зі зниженням їх температури.

Практичні дослідження та тестування. Для обґрунтування значення нормативного часу

Таблиця 1

Нормативи виконання навчальної вправи «закріплення рятувальної мотузки за конструкцію» для підготовки особового складу пожежно-рятувальних підрозділів (частин)

№ з/п	Назва навчальної вправи	Розрахунок для виконання навчальної вправи	Оцінка виконання навчальної вправи			Умови виконання навчальної вправи
			відмінно	добре	задовільно	
Навчальні вправи з рятувальною мотузкою						
1	Закріплення рятувальної мотузки за конструкцію	Пожежний-рятувальник	3 с	4 с	5 с	Пожежний-рятувальник, одягнений у захисний одяг пожежника та спорядження, перебуває в 1 м від конструкції. Рятувальна мотузка розмотана, кінець мотузки довжиною 50 см знаходиться в руці пожежного-рятувальника. Початок: подано команду «Рятувальну мотузку за конструкцію закріпити». Закінчення: рятувальна мотузка закріплена за конструкцію, вузол надійно зав'язаний

Примітка: нормативний час збільшується на 1 с під час виконання навчальної вправи пожежним-рятувальником з включенням у засіб індивідуального захисту органів дихання (далі – ЗІЗОД).

Таблиця 2

Нормативи виконання навчальної вправи «в'язання вузлів» для рятувальників-верхолазів, верхолазів та рятувальників гірських

№ з/п	Назва навчальної вправи	Розрахунок для виконання навчальної вправи	Оцінка виконання навчальної вправи			Умови виконання навчальної вправи
			відмінно	добре	задовільно	
Навчальні вправи з рятувальною мотузкою						
1	В'язання вузлів	Рятувальник	Літній період			Рятувальник, вдягнутий в ІСС та спорядження, перебуває біля конструкції. Основна мотузка довжиною від 40 м збухтована та приєднана до ІСС за допомогою карабіна. Початок: подано команду «Мотузку за конструкцію (зазначається місце кріплення) закріпити». Закінчення: мотузка закріплена за конструкцію, вузол надійно зав'язаний
			30 с	35 с	40 с	
			Зимовий період			
			35 с	40 с	45 с	

виконання навчальної вправи «закріплення рятувальної мотузки за конструкцію» проведені практичне відпрацювання та дослідження із залученням курсантів, студентів та слухачів спеціальності «Пожежна безпека» Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. Ці дослідження проводились у літній та зимовий період з тими самими групами здобувачів освіти.

Для практичних досліджень було сформовано три групи, а саме:

– 1 група – студенти другого курсу навчання в кількості 54 осіб;

– 2 група – слухачі другого курсу навчання в кількості 59 осіб;

– 3 група – курсанти другого курсу навчання в кількості 55 осіб.

Кожен здобувач освіти кріпив мотузку за конструкцію 1, 2, 3 та 4 способами.

Перед проведенням досліджень часу виконання навчальної вправи «закріплення рятувальної мотузки за конструкцію» здобувачам освіти було доведено та продемонстровано правильність виконання вправи. Усім здобувачам освіти було надано однаковий час на підготовку та відпрацювання вправи.

Практичний дослід поділено на два періоди – літній та зимовий. В літньому періоді складання нормативів проводилось у тренінговому центрі рятувальних робіт Львівського державного університету безпеки життєдіяльності за температури у приміщенні +18 °С. Результати тестування 1-ї групи у літній період представлено на рис. 2.

З отриманих результатів встановлено, що 2 та 4 способи закріплення мотузки за конструкцію виконувались швидше за 1 та 3 способи. Кількість студентів, що не вклались у максимальний нормативний час (5 с), складає 25 осіб, що становить 12 % від загальної кількості. При цьому слід зауважити, що 63 особи (29 % від загальної кількості) виконали вправу на оцінку «задовільно».

Результати тестування 2-ї групи у літній період представлено на рис. 3.

Отримані результати також свідчать про те, що 2 та 4 способи закріплення мотузки за конструкцію

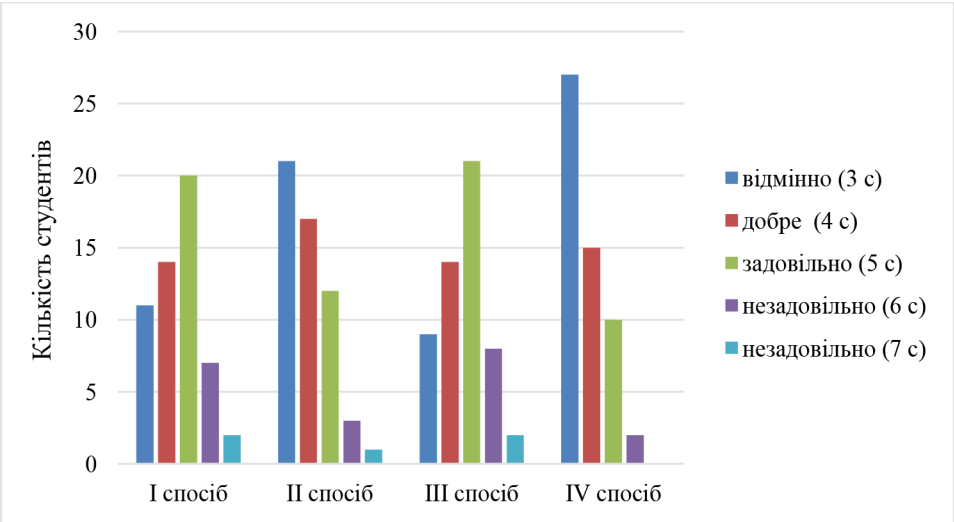

Рис. 2. Результати тестування 1-ї групи у літній період

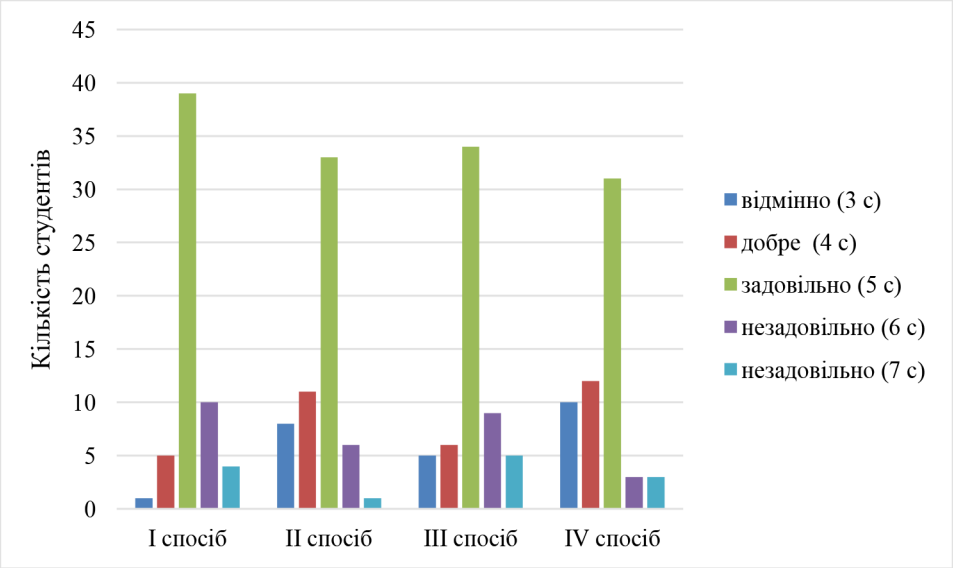

Рис. 3. Результати тестування 2-ї групи у літній період

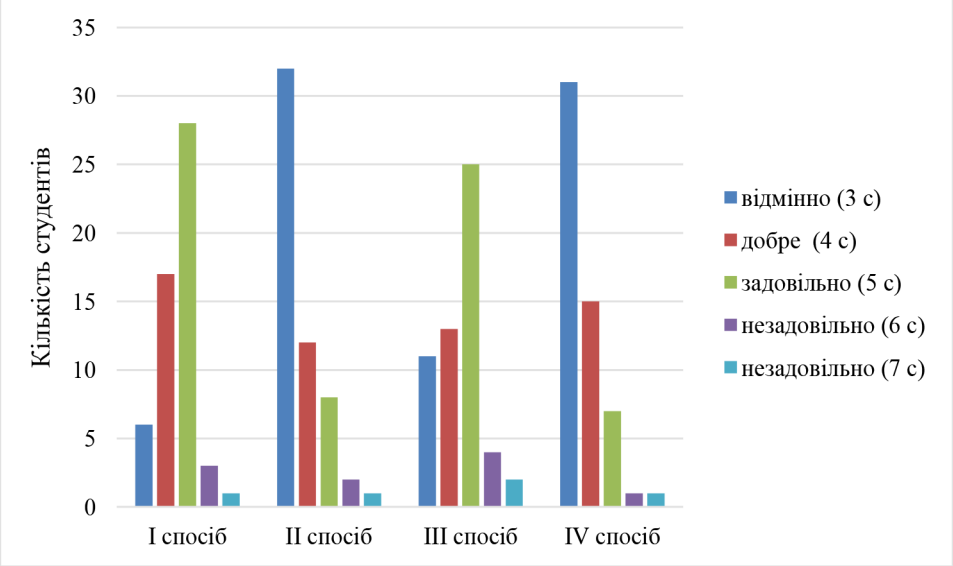

Рис. 4. Результати тестування 3-ї групи у літній період

виконуються швидше за 1 та 3 способи. Кількість слухачів, що не вклались у максимальний нормативний час (5 с), складає 41 особа, що становить 17 % від загальної кількості. При цьому 137 осіб (58 % від загальної кількості) виконали вправу на оцінку «задовільно».

Результати тестування 3-ї групи у літній період представлено на рис. 4.

2 та 4 способи закріплення мотузки за конструкцію знову виконуються швидше за 1 та 3 способи. Кількість курсантів, що не вклались у максимальний нормативний час (5 с), складає 15 осіб, що становить 7 % від загальної кількості. При цьому 68 осіб (31 % від загальної кількості) виконали вправу на оцінку «задовільно».

Наступним етапом досліджень було проведення тестування у зимовий період з тими самими групами здобувачів освіти на території навчально-спортивного комплексу Львівського державного університету безпеки життєдіяльності за температури повітря від 0 °С до +5 °С.

Результати тестування 1-ї групи у зимовий період представлено на рис. 5.

Результати досліджень, показують, що 2 та 4 способи закріплення мотузки за конструкцію виконувались також швидше за 1 та 3 способи. Кількість студентів, що не вклались у максимальний нормативний час (5 с), складає 110 осіб, що становить 51 % від загальної кількості. При цьому 67 осіб (31 % від загальної кількості) виконали вправу на оцінку «задовільно».

Результати тестування 2-ї групи у зимовий період представлено на рис. 6.

Отримані результати також свідчать про те, що 2 та 4 способи виконуються швидше за 1 та 3. Кількість слухачів, що не вклались у максимальний

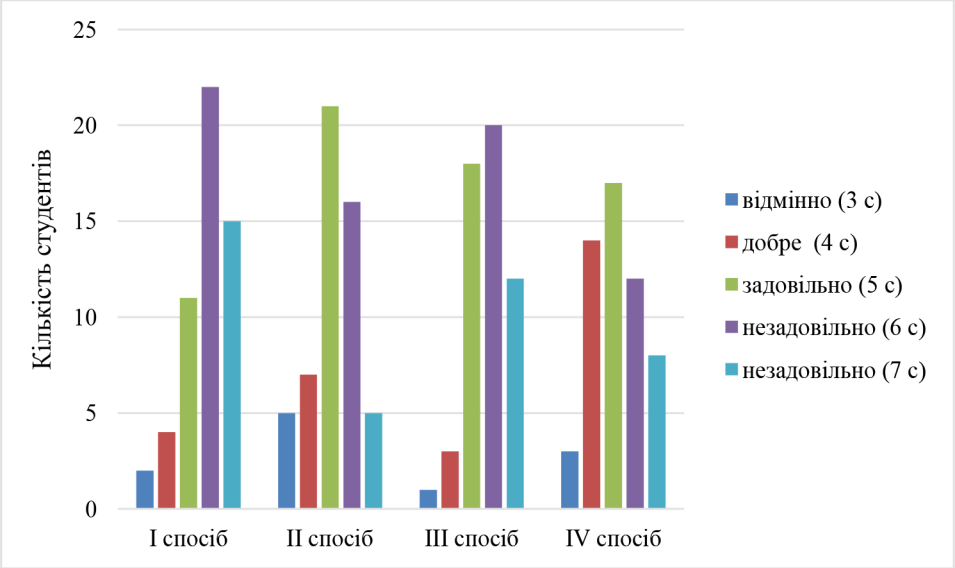

Рис. 5. Результати тестування 1-ї групи у зимовий період

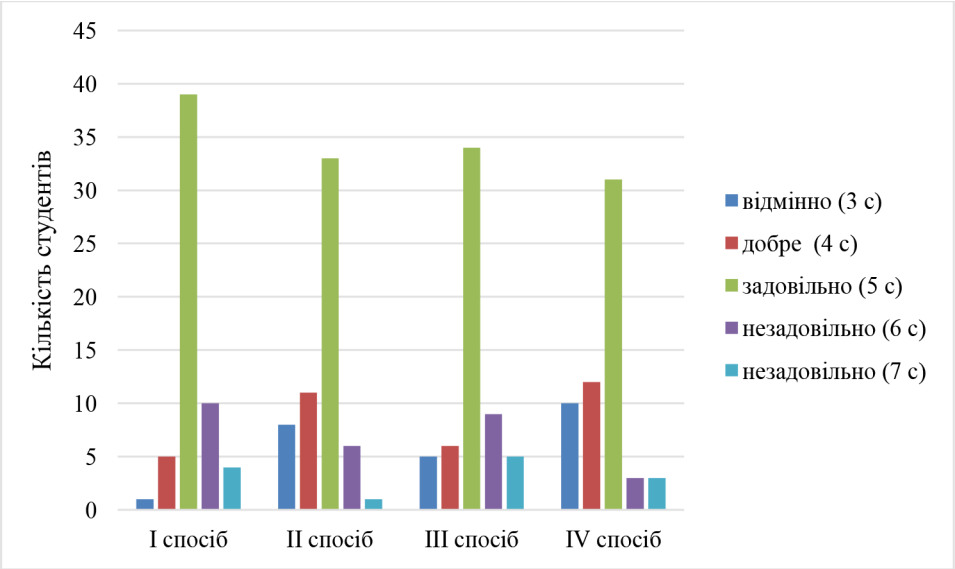

Рис. 6. Результати тестування 2-ї групи у зимовий період

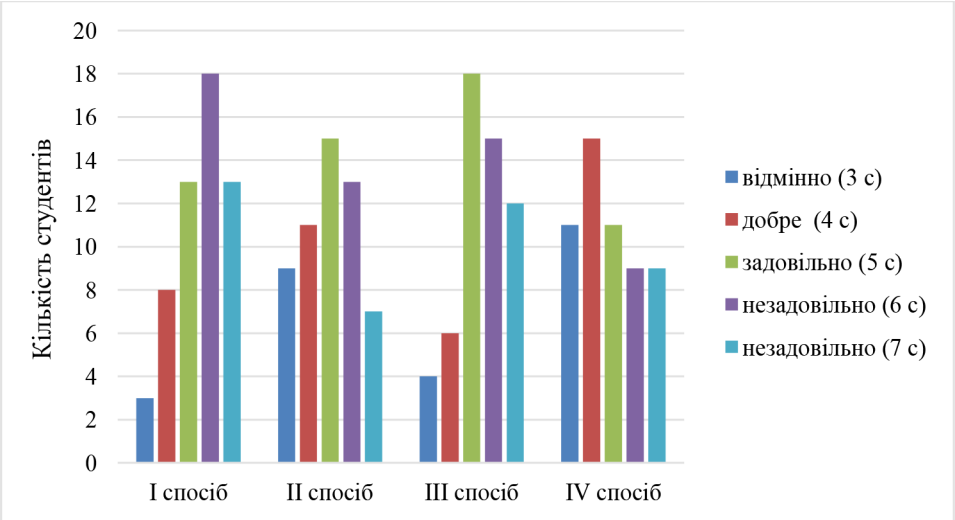

Рис. 7. Результати тестування 3-ї групи у зимовий період

нормативний час (5 с), складає 167 осіб, що становить 71 % від загальної кількості. При цьому 55 осіб (23 % від загальної кількості) виконали вправу на оцінку «задовільно».

Результати тестування 3-ї групи у зимовий період представлено на рис. 7.

Отримані дані також підтверджують, що 2 та 4 способи виконуються швидше за інші. Кількість курсантів, що не вклались у максимальний нормативний час (5 с), складає 96 осіб, що становить 44 від загальної кількості. При цьому 57 осіб (26 % від загальної кількості) виконали вправу на оцінку «задовільно».

Зведені дані щодо практичних досліджень та тестувань здобувачів освіти представлено у табл. 3.

Аналізуючи отримані результати досліджень, встановили, що під час виконання вправи у літній період 12 % здобувачів освіти усіх груп не виконали вправу, при цьому 40 % від загальної кількості виконали вправу на межі зарахування нормативу. У зимовий період незадовільні оцінки отримали 56 % здобувачів, а на межі зарахування нормативу – 27 %. Ці відсоткові значення свідчать про значний вплив температури довкілля на час виконання навчальної вправи «закріплення рятувальної мотузки за конструкцію». Також слід зазначити, що студенти на 45 % та курсанти на 54 % краще виконали норматив у літній період відносно слухачів. У зимовий період студенти та курсанти показали рівень підготовки вищий за слухачів на 85 % та 149 % відповідно, що свідчить про вагомий вплив рівня підготовки.

Враховуючи значний вплив рівня підготовки особового складу та температури довкілля на ефективність закріплення (правильність та надійність) мотузки пожежної рятувальної за конструкцію (опору), пропонуємо збільшити нормативний час виконання навчальної вправи «закріплення рятувальної мотузки за конструкцію» до значень, наведених у табл. 4.

Запропонований нормативний час виконання навчальної вправи «закріплення рятувальної мотузки за конструкцію», вочевидь, вплине на

Таблиця 3

Дані практичних досліджень та тестувань здобувачів освіти

Здобувачі освіти	Кількість спроб, разів	Відсоткове значення часу виконання навчальної вправи «закріплення рятувальної мотузки за конструкцію» 1, 2, 3 та 4 способами, %					
		Літній період			Зимовий період		
		«відмінно і добре», 3–4 с	«задовільно», 5 с	«незадовільно», 6–7 с	«відмінно і добре», 3–4 с	«задовільно», 5 с	«незадовільно», 6–7 с
1 група (студенти)	216	59	29	12	18	31	51
2 група (слухачі)	236	25	58	17	6	23	71
3 група (курсанти)	220	62	31	7	30	26	44

Таблиця 4

Запропоновані нормативи виконання навчальної вправи «закріплення рятувальної мотузки за конструкцію» для підготовки особового складу пожежно-рятувальних підрозділів (частин)

№ з/п	Назва навчальної вправи	Розрахунок для виконання навчальної вправи	Оцінка виконання навчальної вправи			Умови виконання навчальної вправи
			відмінно	добре	задовільно	
Навчальні вправи з рятувальною мотузкою						
1	Закріплення рятувальної мотузки за конструкцію	Пожежний-рятувальник	Літній період			Пожежний-рятувальник, одягнений у захисний одяг пожежника та спорядження, перебуває в 1 м від конструкції. Рятувальна мотузка розмотана, кінець мотузки довжиною 50 см знаходиться в руці пожежного-рятувальника. Початок: подано команду «Рятувальну мотузку за конструкцію закріпити». Закінчення: рятувальна мотузка закріплена за конструкцію, вузол надійно зав'язаний
			4 с	5 с	6 с	
			Зимовий період			
			5 с	6 с	7 с	

Примітка: нормативний час збільшується на 1 с під час виконання навчальної вправи пожежним-рятувальником з включенням у ЗІЗОД

правильність в'язання мотузки та надійність вузла.

Загальні висновки. За результатами проведених досліджень встановлено залежність часу виконання вправи «закріплення рятувальної мотузки за конструкцію» від рівня підготовки особового складу та температури довкілля (зимовий/літній період). Зокрема, встановлено, що студенти та курсанти краще виконують норматив відносно слухачів на 45 % та 54 % у літній період та 85 % і 149 % у зимовий період. На основі результатів практичних тестувань здобувачів освіти обґрунтовано необхідність поділу виконання вправи на літній та зимовий період, оскільки більше половини здобувачів освіти усіх груп не виконало вправу за температури повітря від 0 °С до +5 °С.

Обґрунтовано та запропоновано значення нормативного часу виконання навчальної вправи «закріплення рятувальної мотузки за конструкцію» для підготовки особового складу пожежно-рятувальних підрозділів (частин).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Веселівський Р. Б., Клим'юк М. М, Панчишин Ю. І., Смоляк Д. В. Вдосконалення способу змотування мотузки пожежної рятувальної в клубок. *Пожежна безпека*. 2023. № 42. С. 23–31. DOI: 10.32447/20786662.42.2023.03
2. Веселівський Р. Б., Смоляк Д. В., Баран Ю. С., Павук І. В., Дуленко Д. І. Способи проведення рятувальних робіт при порятунку потерпілого, який завис на висоті. *Вісник ЛДУБЖД*. 2021. № 24. С. 66–73. DOI: 10.32447/20784643.24.2021.08
3. Смоляк Д. В., Баран Ю. С. Методика використання системи поліспастів для проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт в обмеженому просторі (підземних колекторах, колодязях). *Пожежна безпека*. 2019. № 35. С. 69–74. DOI: 10.32447/20786662.35.2019.11
4. Типи вузлів і петель: довідник для працівників правоохоронних органів / В. Ю. Шепітько, Г. К. Авдєєва, С. В. Волобуєва та ін. Харків : Право, 2007. 116 с.
5. Про затвердження Порядку організації службової підготовки осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту: Наказ МВС України від 15 червня 2017 року № 511. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0835-17#Text (дата звернення: 20.04.2025).
6. Fire Dept. Family, Different Kinds of Firefighter Knots: офіційний сайт. URL: https://firedeptfamily.com/different-kinds-of-firefighter-knots (дата звернення: 22.04.2025).
7. Devo Line, How Alpine butterfly knots kept firefighters safe in complex chimney fire: офіційний сайт. URL: https://www.devonlive.com/news/devon-news/how-alpine-butterfly-knots-kept-1262977 (дата звернення: 22.04.2025).
8. IFSC, Fire & Safety Training – Types of Knots: офіційний сайт. URL: https://www.ifscollege.in/blog/fire-safety-training-types-of-knots (дата звернення: 22.04.2025).
9. McWilliams, Brenna & Rohr, Linda & Sanli, Elizabeth & Carnahan, Heather. (2019). Learning to prepare hauling systems for rope rescue. *International Journal of Training Research*. № 17. P. 1–13. DOI: 10.1080/14480220.2019.1685862
10. The Trad Climber's Guide To Problem Solving: Self-Rescue Techniques Paperback – June 20, 2019. Publisher, Independently published (June 20, 2019).
11. Yuhai Zhang *et al* Comparative Analysis of Typical Grab Knots Force Test in Rope Rescue (2021) *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci*. 831 012021. DOI: 10.1088/1755-1315/831/1/012021
12. James A. Frank, Jerrold B. Smith. (2014) CMC Rope Rescue Manual.
13. Vines Tom. Hudson Steve. (2012) High Angle Rescue Techniques.
14. Про затвердження Норм табельної належності, витрат і термінів експлуатації пожежно-рятувального, технологічного і гаражного обладнання, інструменту, індивідуального озброєння та спорядження, ремонтно-експлуатаційних матеріалів підрозділів ДСНС України: Наказ ДСНС України від 29 травня 2013 року № 358. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0358388-13#n12 (дата звернення: 26.05.2025).
15. Li, W., Liu, X., Li, G., Lin, S., Li, H., & Ge, Y. (2023). Temperature and Humidity Effects on the Dynamic Stiffness of a Polyester Mooring Rope. *Journal of Marine Science and Engineering*. № 11(1). P. 91. DOI: https://doi.org/10.3390/jmse11010091
16. McKenna H. A., Hearle J. W. S., O'Hear N. Handbook of rope technology. 1st ed. Cambridge: WoodheadPublishing Limited, 2004, 432 p.
17. Le Clerc, C., Bunsell, A. R., Piant, A. Influence of temperature on the mechanical behavior of polyester fibres. *J. Mater. Sci*. 2006. № 41. P. 7509–7523.

REFERENCES

1. Veselivskyy R. B., Klymiuk M. M., Panchyshyn Yu. I., Smolyak D. V. (2023) Vdoskonalennia sposobu zmotuvannia motuzky pozhezhnoi riatuvalnoi v klubok [Improvement of the winding method a fire rescue rope into a ball]. *Fire Safety*, 42, 23–31 [in Ukrainian]. DOI: 10.32447/20786662.42.2023.03
2. Veselivskyy R. B., Smolyak D. V., Baran Y. S., I. V. Pavuk, Dulenko D. I. (2021) Sposoby provedennia riatuvalnykh robit pry poriatunku poterpiloho, yakyi zavys na vysoti [Methods of cunducting rescue works at rescue of the victim who hung at a height]. *Bulletin of Lviv State University of Life Safety*, 24, 66–73 [in Ukrainian]. DOI: 10.32447/20784643.24.2021.08
3. Smolyak D. V., Baran Y. S. (2019) Metodyka vykorystannia systemy polispastiv dlia provedennia avariino-riatuvalnykh ta inshykh nevidkladnykh robit v obmezhenomu prostori (pidzemnykh kolektorakh, kolodiaziakh) [Method of using polyspast system

for conducting emergency and rescue operations in a confined space (underground collectors, wells)]. *Pozhezhna bezpeka*, 35, 69–74 [in Ukrainian]. DOI: 10.32447/20786662.35.2019.11

4. Shepitko V. Yu., Avdieieva H. K., Volobuieva S. V. ta in. (2007) Typy vuzliv i petel: Dovidnyk dlia pratsivnykiv pravookhoronnykh orhaniv. Kharkiv : Pravo 91 s. [in Ukrainian].

5. Nakaz Ministerstva vnutrishnikh sprav Ukrainy Pro zatverdzhennia Poriadku orhanizatsii sluzhbovoi pidhotovky osib riadovoho i nachalnytskoho skladu sluzhby tsyvilnoho zakhystu vid 15 chervnia 2017 roku № 5111 [On Approval of the Procedure for Organizing Service Training of Privates and Commanders of the Civil Protection Service]. Retrieved from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0835-17#Text [in Ukrainian].

6. Fire Dept. Family, Different Kinds of Firefighter Knots. URL: https://firedeptfamily.com/different-kinds-of-firefighter-knots [in English].

7. Devo Line, How Alpine butterfly knots kept firefighters safe in complex chimney fire. URL: https://www.devonlive.com/news/devon-news/how-alpine-butterfly-knots-kept-1262977 [in English].

8. IFSC, Fire & Safety Training – Types of Knots. Retrieved from: https://www.ifscollege.in/blog/fire-safety-training-types-of-knots [in English].

9. McWilliams, Brenna & Rohr, Linda & Sanli, Elizabeth & Carnahan, Heather. (2019). Learning to prepare hauling systems for rope rescue. International Journal of Training Research. 17. 1–13. 10.1080/14480220.2019.1685862

10. The Trad Climber's Guide to Problem Solving: Self-Rescue Techniques Paperback – June 20, 2019. Publisher. Independently published (June 20, 2019).

11. Yuhai Zhang *et al* Comparative Analysis of Typical Grab Knots Force Test in Rope Rescue (2021) *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci*. 831 012021. DOI 10.1088/1755-1315/831/1/012021

12. James A. Frank, Jerrold B. Smith. (2014) CMC Rope Rescue Manual.

13. Vines Tom. Hudson Steve. (2012) High Angle Rescue Techniques.

14. Nakaz Derzhavnoi sluzhby Ukrainy z nadzvychainykh sytuatsii Pro zatverdzhennia Norm tabelnoi nalezhnosti, vytrat i terminiv ekspluatatsii pozhezhno-riatuvalnoho, tekhnolohichnoho i harazhnoho obladnannia, instrumentu, indyvidualnoho ozbroiennia ta sporiadzhennia, remontno-ekspluatatsiinykh materialiv pidrozdiliv DSNS Ukrainy vid 29 travnia 2013 roku № 358 [On the approval of the Norms of the personnel record, costs and terms of operation of fire-rescue, technological and garage equipment, tools, individual weapons and equipment, repair and operational materials of the units of the State Emergency Service of Ukraine]. Retrieved from: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0358388-13#n12 [in Ukrainian].

15. Li, W., Liu, X., Li, G., Lin, S., Li, H., & Ge, Y. (2023). Temperature and Humidity Effects on the Dynamic Stiffness of a Polyester Mooring Rope. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(1), 91. https://doi.org/10.3390/jmse11010091

16. McKenna H. A., Hearle J. W. S. and O'Hear N. *Handbook of rope technology*, 1st ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2004, 432 p.

17. Le Clerc, C., Bunsell, A. R., Piant, A. Influence of temperature on the mechanical behavior of polyester fibres. *J. Mater. Sci*. 2006, 41, 7509–7523.

© Р. Б. Веселівський, Д. В. Смоляк, І. М. Поліщук, А. А. Петренко

Науково-методична стаття.
Надійшла до редакції 25.04.2025.
Прийнято до публікації 04.06.2025