

# КОМУНАЛЬНЕ ГОСПОДАРСТВО МІСТ MUNICIPAL ECONOMY OF CITIES

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЗБІРНИК  
СЕРІЯ: ТЕХНІЧНІ НАУКИ ТА АРХІТЕКТУРА

ТОМ 1 ВИПУСК 182'2024

Ідентифікатор медіа у Ресстрі суб'єктів медіа R30-01140 від 10.08.2023 р.  
Наукове фахове видання категорії «Б» за спеціальностями 121, 122, 123, 124, 125, 126, 131, 132, 133, 191, 192, 193, 194, 261, 263, 273, 274, 275 (наказ МОН України № 1301 від 15.10.2019 р.), 141, 183 (наказ МОН України № 1643 від 28.12.2019 р.)

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

БАБАЄВ В.М.	відповідальний редактор, держ. упр., ректор ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
СУХОНОС М.К.	відповідальний секретар, д.т.н., проректор з наукової роботи, ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ДЯДІН Д.В. КОГАЛОВСЬКИЙ В.	к.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова к.т.н., Інженерний коледж «Самі Шамун», Ізраїль
ПЛЮГІН В.Є. ЧУМАЧЕНКО І.В. ШЕВЧЕНКО Р.І.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова д.т.н., НУЦЗ України
ШМУКЛЕР В.С.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ШПАЧУК В.П.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова

## КООРДИНАЦІЙНА РАДА

ШУТЕНКО Л.М.	голова координаційної ради, д.т.н., почесний ректор ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ГОВОРОВ П.П.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ДАЛЕКА В.Х.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ДРЕВАЛЬ І.В.	д.арх., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ДУШКІН С.С.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
КОНДРАЩЕНКО О.В.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
МАЛЯРЕНКО В.А.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
МИХАЙЛИШИН О.Л.	д.арх., НУВГП
ОСИЧЕНКО Г.О.	д.арх., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ТОВБИЧ В.В.	д.арх., КНУБА
ФЕЙРУША С.Х.	к.т.н., Університет Салахаддін – Ербіль, Ірак
ХАРЧЕНКО В.Ф.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ЧЕЧЕЛЬНИЦЬКИЙ С.Г.	д.арх., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ЧУДНОВСЬКИЙ А.	к.т.н., Гамбурзький університет, Германія
ЮРКЕВИЧ І.	к.т.н., Астонський університет, Великобританія
ЯНКЕЛЕВИЧ М.	к.т.н., Парсонс, США

## EDITORIAL BOARD

BABAYEV V.	Editor-in-Chief, Dr.Sc., Rector of the O.M. Beketov NUUE
SUKHONOS M.	Executive Managing Editor, Dr. Sc., Vice-rector of the O.M. Beketov NUUE
DIADIN D. KAGALOVSKY V.	PhD, O.M. Beketov NUUE PhD, Engineering College “Sami Shamun”, Israel
PLUGIN V. CHUMACHENKO I. SHEVCHENKO R.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE Dr.Sc., NUCDU
SHMUKLER V.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
SHPACHUK V.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE

## COORDINATION COUNCIL

SHUTENKO L.	Chairman of the Coordination Council, Dr.Sc., Honorary Rector of the O.M. Beketov NUUE
GOVOROV P.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
DALEKA V.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
DREVAL I.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
DUSHKIN S.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
KONDRASHENKO O.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
MALYARENKO V.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
MYHAYLISHYN O.	Dr.Sc., NUWEE
OSYCHENKO G.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
TOVBICH V.	Dr.Sc., KNUCA
FEIRUSHA S.	PhD, Salahaddin University – Erbil, Iraq
HARCHENKO V.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
CHECHELNITSKY S.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
CHUDNOVSKIY A.	PhD, University of Hamburg, Germany
YURKEVICH I.	PhD, Aston University, United Kingdom
YANKELEVICH M.	PhD, PARSONS, USA

### Адреса редакції / Editorial office address:

61002, м. Харків, вул. Маршала Бажанова, 17 / 17, Marshala Bazhanova Street, Kharkiv, 61002

Тел./tel.: +38 (057) 707-33-21, e-mail: khg@kname.edu.ua

ISSN (print) 2522 – 1809

ISSN (online) 2522 – 1817

Затверджений до друку Науково-технічною Радою Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова (протокол № 9 від 28 березня 2024 року)

---

## ЗМІСТ

### ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

<i>Новожилова М.В., Карпенко М.Ю., Штельма О.М.</i> Програмна система оцінки ефективності технологій реалізації веб-застосунків .....	2
<i>Палєєв А.В., Котух В.Г.</i> До питання надійності та ремонтпридатності окремих елементів арматури газорозподільних систем .....	8
<i>Шевцов Р.С., Бредіхін В.М., Хорошилова І.О.</i> Рідкі нейронні мережі: принцип роботи та області застосування .....	14

### МЕХАНІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

<i>Мигаль Г.В.</i> Трансформація інженерного мислення проєктувальника складних систем .....	20
---	----

### ЕЛЕКТРИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

<i>Сорокін М.С., Гузенко В.В., Василенко Д.О.</i> Енерготехнологія оцінки якості молочної продукції з використанням імпедансометрії .....	30
---	----

### АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО

<i>Апатенко Т.М., Безлюбченко О.С.</i> Пріоритети та недоліки квартальної забудови ...	35
<i>Гелла О.І., Діденко К.В.</i> Житлові будинки за Держпромом кінця 1920-х – початку 1930-х: квартали на схід від проспекту Науки .....	43
<i>Лян Ц.</i> Проблематика та особливості створення сучасного безбар'єрного архітектурного середовища Китаю .....	50
<i>Білим П.А., Фірсов П.М., Rogozin A.C., Петренко Д.Г.</i> Дослідження впливу галогеновмісних антипіренів на зниження горючості композитної арматури .....	55
<i>Бутенко А.А., Мозговий А.О.</i> Результати моніторингу осідань основ фундаментів силосів, армованих ґрунтоцементними елементами .....	61
<i>Єрмоленко Д.А., Усенко І.С., Усенко Д.В.</i> Встановлення рівня безвідмовності несучих конструкцій з кам'яної кладки на основі аналізу міцності її складових компонентів .....	74
<i>Золотов С.М., Пустовойтова О.М., Камчатна С.М., Савісько С.А., Литвинова Г.М.</i> Моделювання структурних параметрів клейової композиції та дослідження її адгезійної міцності .....	82
<i>Набока А.В., Резнік П.А., Петренко Д.Г., Фірсов П.М.</i> Дослідження напружено-деформованого стану залізобетонного перекриття гідростатичним методом .....	90
<i>Набока А.В., Фірсов П.М.</i> Дослідження деформативності конструктивної системи великопротітного покриття у вигляді асиметричної оболонки .....	97
<i>Рюмін В.В., Солодовник Ю.Ю., Євдокімов А.А.</i> Аналіз роботи комбінованого з'єднання на високоміцних болтах та зварюванні .....	105
<i>Стріжельчик Г.Г., Бондаренко О.І., Храпатова І.В., Пальченко О.Л., Ляпін О.Є.</i> Інженерна підготовка ґрунтової основи фундаментів споруд Дергачівського полігона твердих побутових відходів .....	112
<i>Афанасьєв О.В.</i> Проблеми використання земельних ресурсів .....	117
<i>Канівець О.М., Гой В.В.</i> Містобудівні чинники моніторингу використання земель об'єднаних територіальних громад .....	122

<i>Кондратюк І.В.</i> Науково обгрунтовані рекомендації щодо підвищення ефективності використання нерухомості на регіональному рівні .....	127
<i>Мамонов К.А., В'яткін Р.С., Штерндок Е.С., Штерндок А.В.</i> Математичне моделювання чинників використання земель об'єктів природно-заповідного фонду регіонів .....	132
<i>Наливайко Т.А., Наливайко Т.Т., Поморцева О.Є., Казаченко Д.А.</i> Основні проблеми цифровізації будівельних робіт. Шляхи вирішення .....	137
<i>Поморцева О.Є., Гамаюн І.В., Наливайко Т.А.</i> Використання геоінформаційних систем для оптимізації міського управління .....	143
<i>Удовенко І.О., Гой В.В., Харів В.В.</i> Міжнародний досвід та стандарти оцінки вартості землі та їх вплив на ринкову ціну земельних ділянок .....	151

### **ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА**

<i>Абрамов Ю.О., Коломієць В.С., Собина В.О.</i> Оцінка ефективності систем пожежогасіння .....	159
<i>Абрамов Ю.О., Кривцова В.І., Михайлюк А.О.</i> Визначення часу відновлення пожежобезпечного стану систем зберігання та подачі водню .....	165
<i>Веселівський Р.Б., Яковчук Р.С., Смоляк Д.В., Петровський В.Л.</i> Методика дослідження вогнезахисної здатності вогнезахисного покриття на основі полісилоксану та оксидів алюмінію, титану і хрому для сталевих будівельних конструкцій .....	171
<i>Гаврилюк А.Ф.</i> Методика експериментальних досліджень пожежної небезпеки силових літій-іонних батарей електромобілів під дією нагрівальної панелі .....	180
<i>Гайдук М.О., Гаврилюк А.Ф., Яковчук Р.С.</i> Проблемні аспекти визначення вогнезахисту деревини .....	187
<i>Абракітов В.Е., Іващенко М.Ю., Мороз М.О., Нікітченко О.Ю.</i> Безпечно виконання робіт в будівництві та житлово-комунальному господарстві за допомогою оригінальної конструкції риштувань .....	195
<i>Азаренко О.В., Гончаренко Ю.Ю., Дівізінюк М.М., Хмирова А.О., Шевченко Р.І., Шевченко О.С.</i> Характеристика методів захисту критичної інфраструктури держави від терористичного впливу .....	202
<i>Данова К.В., Малишева В.В., Колибельнікова Л.С.</i> Методика оцінювання ризику травматизму на робочих місцях працівників з інвалідністю .....	210
<i>Петренко І.С., Ченчева О.О., Зозуля С.В., Шевченко В.Г., Логвінков С.М.</i> Методика визначення ризиків на основі аналізу травматизму працівників промислових підприємств .....	215
<i>Протасенко О.Ф., Михайлова Є.О.</i> Трансформація культури безпеки в умовах цифровізації .....	223
<i>Рашкевич Н.В., Шевченко Р.І., Вовчук Т.С.</i> Формування математичної моделі аналізу небезпечного впливу на стан ґрунтових вод міських агломерацій від ракетно-артилерійських уражень .....	229

---

## **ТРАНСПОРТ**

<i>Труфанова А.В.</i> До питання визначення виробничої собівартості капітально-відновлювального ремонту пасажирських вагонів .....	241
<i>Павленко О.В., Музильов Д.О., Медведєв Є.П.</i> Модель функціонування логістики для постачання спеціалізованих транспортних засобів в контейнерах із підприємств Північної Америки в Україну .....	248
<i>Постранський Т.М., Тюрдьо Н.О.</i> Зміна кількості дорожньо-транспортних пригод у Львівській області в період 2019–2023 років .....	254
<i>Чорногор Н.О., Лазарєва О.О., Лазарєв І.О.</i> Аналіз сучасних проблем розвитку пасажирських авіаперевезень в Україні в умовах воєнного часу .....	259

---

## CONTENTS

### INFORMATION TECHNOLOGY

<i>Novozhylova M., Karpenko M., Shtelma O.</i> Software system for evaluating the effectiveness of web application development technologies .....	2
<i>Palieiev A., Kotukh V.</i> On the reliability and maintainability of individual elements of gas distribution system valves .....	8
<i>Shevtsov R., Bredikhin V., Khoroshylova I.</i> Liquid neural networks: principle of work and areas of application .....	14

### MECHANICAL ENGINEERING

<i>Mygal G.</i> Transformation of the engineering thinking of complex systems designer ...	20
--	----

### ELECTRICAL ENGINEERING

<i>Sorokin M., Huzenko V., Vasylenko D.</i> Energy technology of dairy products quality assessment using impedancemetry .....	30
---	----

### DESIGN AND ARCHITECTURE

<i>Apatenko T., Bezliubchenko O.</i> Priorities and disadvantages of city block development .....	35
<i>Gella O., Didenko K.</i> Residential buildings built behind the State Industry Building (Derzhprom) in the late 1920s and early 1930s: blocks east of Nauky avenue .....	43
<i>Lian J.</i> Problems and peculiarities of creating a modern barrier-free architectural environment in China .....	50
<i>Bilym P., Firsov P., Rohozin A., Petrenko D.</i> Study of the effect of halogenated fire retardants on reducing the flammability of composite reinforcement .....	55
<i>Butenko A., Mozhovyi A.</i> Results of monitoring the subsidence of silo foundations reinforced with soil-cement elements .....	61
<i>Yermolenko D., Usenko I., Usenko D.</i> Establishing the reliability level of masonry bearing structures based on its component strength analysis .....	74
<i>Zolotov S., Pustovoitova O., Kamchatna S., Savisko S., Lytvynova H.</i> Analysis of crack formation and deformability of bent concrete structures reinforced with composite reinforcement .....	82
<i>Naboka A., Reznik P., Petrenko D., Firsov P.</i> Study of the stress-strain state of a reinforced concrete slab using hydrostatic method .....	90
<i>Naboka A., Firsov P.</i> Study of deformability of the large-span roof structural system in the form of an asymmetrical shell .....	97
<i>Riumin V., Solodovnyk Yu., Yevdokimov A.</i> Analysis of the performance of a joint that combines high-strength bolts and welding .....	105
<i>Strizhelchik H., Bondarenko O., Khrapatova I., Palchenko O., Liapin O.</i> Engineering preparation of the soil base for the foundations of the constructions of the Derhachi solid waste landfill .....	112
<i>Afanasiev O.</i> Problems of land resources use .....	117
<i>Kanivets O., Goi V.</i> Urban planning factors of land use monitoring of united territorial communities .....	122
<i>Kondratiuk I.</i> Scientifically based recommendations for increasing the efficiency of real estate use at the regional level .....	127

<i>Mamonov K., Viatkin R., Shterndok E., Shterndok A.</i> Mathematical modelling of the factors of land use of the objects of the nature reserve fund of the regions .....	132
<i>Nalyvaiko T., Nalyvaiko T., Pomortseva O., Kazachenko D.</i> Main problems of digitalisation of construction works. Solution ways .....	137
<i>Pomortseva O., Hamaiun I., Nalyvaiko T.</i> Use of geoinformation systems for optimisation of city management .....	143
<i>Udoenko I., Goi V., Khariv V.</i> International practice and standards of land valuation and their impact on the land plots market price .....	151

### **CIVIL SECURITY**

<i>Abramov Yu., Kolomiets V., Sobyna V.</i> Assessment of the efficiency of fire extinguishing systems .....	159
<i>Abramov Yu., Kryvtsova V., Mykhailiuk A.</i> Determining the recovery time of the fire-safe condition of hydrogen storage and supply systems .....	165
<i>Veslivskiy R., Yakovchuk R., Smoliak D., Petrovskiy V.</i> Methodology for studying the fire protection ability of a fire protection coating based on polysiloxane and oxides of aluminium, titanium, and chromium for steel building structures .....	171
<i>Havryliuk A.</i> Methodology for experimental research of the fire hazard of power lithium-ion batteries of electric vehicles under the influence of a heating panel .....	180
<i>Haiduk M., Havryliuk A., Yakovchuk R.</i> Problematic aspects of determining fire protection of wood .....	187
<i>Abrakitov V., Ivashchenko M., Moroz M., Nikitchenko O.</i> Safe performance of works in construction and housing and communal services using the original scaffolding design ....	195
<i>Azarenko O., Honcharenko Yu., Diviziniuk M., Khmyrova A., Shevchenko R., Shevchenko O.</i> Characterisation of methods of protecting the state's critical infrastructure from terrorist activities .....	202
<i>Danova K., Malysheva V., Kolybelnikova L.</i> A methodology for assessing the risk of injury at the workplace of employees with disabilities .....	210
<i>Petrenko I., Chencheva O., Zozulia S., Shevchenko V., Lohvinkov S.</i> A methodology for determining risks based on the analysis of injuries to employees of industrial enterprises .....	215
<i>Protasenko O., Mykhailova Ye.</i> Transformation of safety culture in the context of digitalisation .....	223
<i>Rashkevych N., Shevchenko R., Vovchuk T.</i> Development of a mathematical model for analysing the hazardous impact on the state of groundwater in city agglomerations from missile and artillery attacks .....	229

### **TRANSPORT**

<i>Trufanova A.</i> On the issue of determining the production cost of the capital renewal of passenger cars .....	241
<i>Pavlenko O., Muzylov D., Medvediev Ye.</i> Model of functioning logistics for supply of specialised vehicles in containers from North American companies to Ukraine .....	248
<i>Postranskyi T., Tiurdo N.</i> Change in the number of traffic accidents in the Lviv region during 2019–2023 .....	254
<i>Chornohor N., Lazariyeva O., Lazariyev I.</i> Analysis of the current problems of passenger air transport development in Ukraine in wartime condition .....	259

М.О. Гайдук<sup>1,2</sup>, А.Ф. Гаврилюк<sup>2</sup>, Р.С. Яковчук<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Аварійно-рятувальний загін спеціального призначення ГУ ДСНС України у Хмельницькій області, Україна

<sup>2</sup>Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна

## ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ ВИЗНАЧЕННЯ ВОГНЕЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ

Здійснено аналіз діючих норм проведення перевірки відповідності вогнезахисту деревини. У результаті дослідження виявлено, що удосконалення перевірки відповідності вогнезахисту деревини, що експлуатується, є необхідним на усіх стадіях, починаючи від визначення коректної термінології та актуалізації Правил з вогнезахисту до розроблення ефективних методів перевірки з урахуванням особливостей сучасних вогнезахисних засобів.

**Ключові слова:** вогнезахист деревини, перевірка відповідності вогнезахисту, правила з вогнезахисту, просочування деревини.

### Постановка проблеми

Щороку пожежі завдають колосальних збитків, як суб'єктам господарювання різних форм власності, так і державі загалом. Згідно з аналітичними даними за 9 місяців 2023 року в Україні виникло 2212 пожеж на об'єктах різних форм власності, на яких здійснюються заходи державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки. Прямі збитки від цих пожеж склали понад 11 мільярдів гривень. На одну пожежу на зазначених об'єктах припадає більше 5 мільйонів гривень прямих збитків [1]. Більшість пожеж виникають з причин, які можна попередити. Така статистика вкотре підтверджує доцільність здійснення профілактики пожеж шляхом проведення заходів державного нагляду (контролю) щодо дотримання законодавства у сфері техногенної та пожежної безпеки. Однією з найбільш резонансних пожеж, яка чітко демонструє, що невиконання вимог Правил пожежної безпеки в Україні призводить до загибелі великої кількості людей та значних матеріальних втрат, є пожежа, що виникла 21 січня 2021 року в приватному будинку для літніх людей «Золотий час» у м. Харків [2]. Унаслідок пожежі загинули 15 людей. За результатами проведення розслідування пожежі було виявлено значні порушення вимог пожежної безпеки, основними з яких були: відсутність системи пожежної сигналізації, нездійснення вогнезахисного просочування дерев'яних конструкцій, відсутність дозвільних документів на право здійснення діяльності закладу та ін.

Однією з основних норм Правил пожежної безпеки в Україні, яку посадові особи, до повноважень яких належать функції здійснення державного нагляду (контролю) за додержанням та виконанням вимог законодавства у сферах пожежної і техноген-

ної безпеки, цивільного захисту, вказують під час виконання перевірок та яка ефективно впливає на перешкоджання виникненню та поширенню пожеж у будівлях, є норма необхідності оброблення дерев'яних елементів засобами вогнезахисту [3]. Вогнезахист деревини є дієвим профілактичним заходом, це підтверджено значною кількістю наукових досліджень [4–12], проте існують суттєві чинники, які впливають на зниження його ефективності безпосередньо [13], а також чинники, які не впливають безпосередньо на ефективність вогнезахисту, проте забезпечують об'єктивне визначення якості вогнезахисту. Одним з чинників об'єктивного визначення якості вогнезахисту є перевірка відповідності вогнезахисту. Найбільш показовим прикладом, що демонструє важливість проведення об'єктивної перевірки якості вогнезахисту, стала пожежа в муніципальному дитячому оздоровчо-спортивному таборі «Вікторія», що виникла 16 вересня 2017 року в м. Одеса. Унаслідок пожежі загинуло 3 дитини. Будівля була повністю побудована з деревини. Конструкції будівлі були просочені вогнезахисним розчином. Проведені незалежні експертизи встановили, що вогнезахисна речовина була нанесена з порушенням вимог регламенту, а місцями була взагалі відсутня. Як наслідок, будівля повністю згоріла.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз останніх досліджень і публікацій показує, що впродовж останнього десятиліття здійснено чимало наукових розробок у сфері вогнезахисту, проте питання перевірки відповідності вогнезахисту дерев'яних конструкцій безпосередньо після виконання робіт в Україні є невивченим. Також під час аналізу виявлено, що в країнах Європи ця проблематика не досліджується, оскільки немає такого процесу взагалі.

Так, в науковій праці [14] розглянуто аспекти з визначення вогнезахисної ефективності вогнезахисних засобів для деревини, ефективності вогнезахисту деревини та комплексної оцінки пожежної небезпеки вогнезахищеної деревини, обґрунтована необхідність єдиного підходу до проведення вогневих випробувань, впровадження всебічної оцінки пожежної небезпеки вогнезахищеної деревини із застосуванням показників: горючості, займистості, поширення полум'я, токсичності продуктів горіння та димоутворення. З метою здійснення контролю якості вогнезахисту методи випробувань, прийнятні до проведення оцінки якості при прийманні робіт та протягом експлуатації, правильно застосовувати та визначати терміни: показник якості, вогнезахисна ефективність та ефективність вогнезахисту.

У роботі [15] запропоновано наявні методи випробувань з визначення показників якості засобів вогнезахисту поділити на класифікаційні та прискорені. Класифікаційні методи потребують значної підготовки до випробувань і застосовуються для цілей сертифікації. Прискорені методи або експрес-методи використовуються як контрольні для порівняльної оцінки з класифікаційними і проводяться в умовах об'єкта.

У науковій праці [16] автори дослідили процес впливу вогнезахисту деревини на займання, в результаті чого було встановлено параметри поширення полум'я та пригнічення горіння, що надає можливість впливати на цей процес. Також автори вважають, що є підстави стверджувати про можливість спрямованого регулювання процесів вогнезахисту деревини шляхом застосування вогнезахисних покриттів, здатних утворювати на поверхні матеріалу захисний шар, який гальмує швидкість вигорання деревини.

У роботі [17] описано методику проведення натурних експериментальних досліджень з визначення строку придатності вогнезахисного покриву та просочень, а також метод зі встановлення групи вогнезахисної ефективності вогнезахисних засобів. Наведено загальний вигляд установки для визначення групи вогнезахисної ефективності покриттів та просочувальних речовин для деревини.

У [18] досліджено суть класифікаційного методу випробувань визначення вогнезахисної ефективності, методу визначення групи горючості речовин і матеріалів, а також розглянуто вимоги щодо випробувань вогнезахисних засобів, які використовують в країнах Європейського Союзу. Проведено порівняння методів із визначення вогнезахисної ефективності вогнезахисних матеріалів та групи горючості речовин і матеріалів. Здійснено випробування шести зразків вогнезахисних засобів. Встановлено відмінність у критеріях оцінки вогнезахисного засобу та групи горючості речовин і матеріалів, а саме: температури димових газів, часу самостійного горіння та

тривалості випробування.

Ґрунтовно описано недоліки наявного експрес-методу визначення якості вогнезахисного оброблення у [19]. Також автор провів аналітичні та експериментальні дослідження щодо визначення температури займання вогнезахищеної деревини різними вогнезахисними речовинами та виконав розрахунки коефіцієнта якості вогнезахисного оброблення, що утворює підґрунтя для створення експериментально-розрахункового методу визначення якості робіт з вогнезахисту дерев'яних будівельних конструкцій та контролю рівня збереження нормативного ступеня вогнезахисту цих конструкцій упродовж їх експлуатації на об'єктах.

Альтернативні параметри визначення ефективності дії вогнезахисних засобів для деревини запропоновано у [20].

Проведення перевірки відповідності вогнезахисту описано у [21]. Загальні вимоги та методи контролювання вогнезахисної здатності засобів вогнезахисту (покривів, просочень) під час приймання виконаних робіт з вогнезахисного оброблення будівельних конструкцій, ідентифікації та подальшої експлуатації установлює ДСТУ-Н-П Б В.1.1-29:2010 «Захист від пожежі. Вогнезахисне оброблення будівельних конструкцій. Загальні вимоги та методи контролювання» (далі – ДСТУ-Н-П Б В.1.1-29:2010). У ГОСТ 30219-95 «Деревина вогнезахищена. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань. Транспортування та зберігання» (далі – ГОСТ 30219-95) визначено методи контролю якості поверхневого вогнезахисного просочування, а також його забезпечення в процесі експлуатації. Також методи контролю або перевірки відповідності вогнезахисту передбачають регламенти на кожен з різновидів вогнезахисних засобів.

## Мета статті

Мета статті полягає у виявленні проблемних аспектів з визначення відповідності якості вогнезахисту деревини визначеним параметрам, а також визначення шляхів її вирішення.

## Виклад основного матеріалу

Наявна перевірка відповідності вогнезахисту описана розділом IX Правил з вогнезахисту [21] та набула чинності в квітні 2019 року. Згідно з [21] суть перевірки відповідності вогнезахисту полягає в створенні комісії, яка перевіряє на різних етапах виконання робіт відповідність вогнезахисту вимогам проектної документації, регламенту, нормативно-технічним документам та якість виконаних робіт. Якість виконаних робіт перевіряється шляхом: проведення зовнішнього огляду вогнезахисного покриву (просочування, облицювання) на відсутність пропусків, рівномірність покриву (просочування,



облицювання), систем кріплення або клейових з'єднань на їх надійність; проведення вимірювання товщини вогнезахисного покриття (облицювання) через кожні 15–20 метрів довжини об'єкта вогнезахисту, але не менше ніж у 10 рівновіддалених точках; застосування експрес-методу для вогнезахисного просочення. Результати роботи комісії оформлюються актом перевірки відповідності вогнезахисту, в якому поруч із загальними даними зазначаються результати зовнішнього огляду об'єктів вогнезахисту щодо цілісності, надійності зчеплення (кріплення) з поверхнею об'єкта, наявності дефектів та результати вимірювання товщини шару вогнезахисного покриття. У висновку акта вказується, чи роботи з вогнезахисту виконані відповідно до проектної документації та регламенту робіт з вогнезахисту та чи встановлено порушення вимог нормативно-технічних документів.

Після введення в дію [21] в ДСНС окремим дорученням було визначено, що участь у роботі комісій з перевірки відповідності вогнезахисту покладається на працівників дослідно-випробувальних лабораторій територіальних органів ДСНС (далі – ДВЛ). У вересні 2023 року окремим дорученням ДСНС участь у роботі комісій з перевірки відповідності вогнезахисту було змінено та покладено безпосередньо на представників територіальних органів ДСНС, які залучають ДВЛ для проведення робіт з визначення показників вогнезахисту.

У період з 2019 року по липень 2023 року працівниками ДВЛ здійснено перевірку якості вогнезахисної обробки на 6408 об'єктах по Україні [22–26] (рис. 1).

У результаті проведеного аналізу визначено, що 94 % виконаних робіт – це перевірка якості вогнезахисту деревини. Як вогнезахисні засоби використовувались вогнезахисні засоби для вогнезахисного просочування (23 різновиди найменувань) та вогнезахисного оброблення (8 різновидів найменувань) (табл. 1).

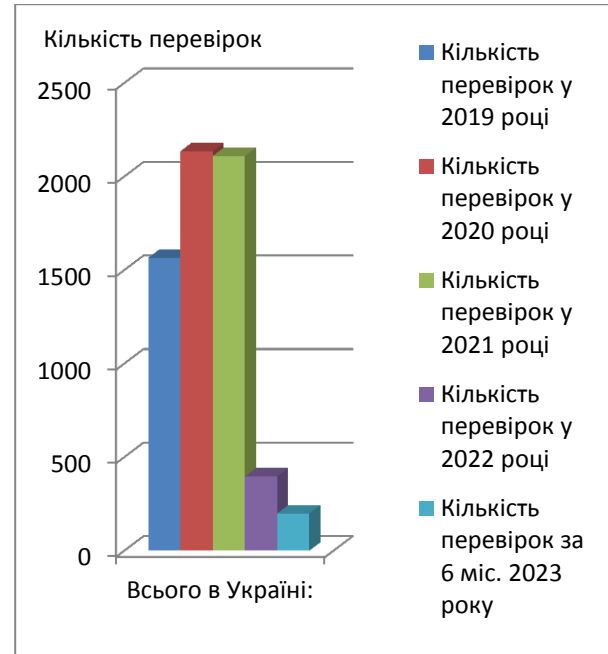


Рис. 1. Кількість перевірок якості вогнезахисної обробки працівниками дослідно-випробувальних лабораторій в Україні в період з 2019 року до 01.07.2023 року

Таблиця 1

Характеристики сучасних вогнезахисних засобів для деревини, що застосовувались в Україні в період з 2019 року до 01.07.2023 року

№ з/п	Назва вогнезахисного засобу	Стан вогнезахисного засобу	Товщина вогнезахисного просочення (оброблення), (мм)	Температура самозаймання, наявність протоколів випробувань температури самозаймання	Заявлений термін вогнезахисту, років	Наявність протоколів підтвердження терміну вогнезахисту
1	2	3	4	5	6	7
1	Фенікс ДБ	Фарба	0,25	Не вказано	30	Не вказано
2	ДСА-1	Розчин	2	Не вказано	3	В наявності
3	ДСА-2	Розчин	3	Не вказано	10	В наявності
4	Antifire Paint Plus	Лак	0,15	Не вказано	7	В наявності
5	Фаєрвол-Вуд	Фарба	0,2	Не вказано	10	В наявності
6	Фаєр-off	Розчин	Не вказано	Не вказано	3	Не вказано
7	Antifire impregnate	Розчин	Не вказано	505 °С, вказано в регламенті	5	В наявності
8	F-1 для деревини Kompozit	Розчин	Не вказано	Не вказано	Не вказано	Не вказано

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
9	Defens WD-1	Розчин	Не вказано	Не вказано	10	В наявності
10	Defens W	Фарба	0,2	Не вказано	30	Не вказано
11	ВД АК 5021 «Пірант Колор»	Фарба	0,2	Не вказано	10	Не вказано
12	Tytan Professional 4F	Розчин	2–4,8	Не вказано	Не вказано	Не вказано
13	Агрспрофі	Розчин	Не вказано	Не вказано	3	Не вказано
14	Еcosеpt 450-1	Розчин	Не вказано	Не вказано	3	Не вказано
15	Ретардант	Розчин	Не вказано	Не вказано	5	В наявності
16	АFS-1	Розчин	Не вказано	Не вказано	3	Не вказано
17	Брандізол	Розчин	Не вказано	Не вказано	3	Не вказано
18	Defender	Фарба	Не вказано	Не вказано	25	Не вказано
19	Біофлейм	Розчин	Не вказано	Не вказано	5	Не вказано
20	Piromax	Розчин	Не вказано	Не вказано	3	Не вказано
21	Neomid-450	Розчин	Не вказано	Не вказано	7	Не вказано
22	STRAZH Professional	Розчин	Не вказано	Не вказано	2	Не вказано
23	ПРЕФІКС	Розчин	2	Не вказано	3	Не вказано
24	WOOD SAVER	Розчин	Не вказано	Не вказано	5	В наявності
25	ЕНДОТЕРМ ХТ-150	Фарба	0,2	Не вказано	12	Не вказано
26	СТРАЖ-1	Розчин	Не вказано	Не вказано	2	Не вказано
27	АГНІ-1	Розчин	3	Не вказано	Не вказано	Не вказано
28	БС-13	Розчин	3–10	Не вказано	3	Не вказано
29	Пожзабез- печення Л1	Розчин	Не вказано	475 °С, протокол сертифікаційних випробувань	3	В наявності
30	Ендотерм 250103	Фарба	0,12	Не вказано	10	В наявності
31	«FIRE BREAK»	Розчин	Не вказано	Не вказано	3	Не вказано

Проведений аналіз дає можливість стверджувати, що у більшості випадків (понад 74 %) для проведення перевірки відповідності вогнезахисту застосовуються методи перевірки відповідності вогнезахисного просочення, оскільки вогнезахисні засоби для просочування використовується найчастіше.

Згідно з п. 5.7 ГОСТ 30219-95 для поверхневих способів просочування якості здійсненого вогнезахисту, а також якості вогнезахисту в процесі експлуатації визначається експрес-методом. Суть методу полягає у зрізанні з просоченої деревини стружки (проби) товщиною до 1 мм з подальшим впливом на неї полум'я сірника впродовж 15 с. Кількість проб повинна бути не менше ніж 10 шт. Після закінчення часу впливу полум'я фіксують час самостійного горіння і тління. Поверхнє вогнезахисне просочування вважається якісним, а вогнезахисна деревина відповідає II групі вогнезахисту, якщо після видалення джерела вогню не менше ніж 90 % не буде підтримувати самостійного горіння або тління.

Визначення якості вогнезахисної деревини I групи здійснюють у лабораторних умовах методом випробувань, встановленим стандартами.

У ДСТУ-Н-П Б В.1.1-29:2010 встановлено, що під час вогнезахисного оброблення будівельних конструкцій здійснюють контролювання якості виконання робіт відповідно до ГОСТ 30219-95 та регламенту робіт з вогнезахисту на конкретний вид вогнезахисного засобу. Приймання робіт з вогнезахисного оброблення будівельних конструкцій здійснюють у порядку, встановленому [21] та регламентом робіт з вогнезахисту на конкретний вид вогнезахисного засобу. Вогнезахисну здатність вогнезахисних засобів для вогнезахисного оброблення будівельних конструкцій оцінюють шляхом проведення випробувань за методами, наведеними в розділі 7 ДСТУ-Н-П Б В.1.1-29:2010. Для поверхневого просочування застосовується розділ 7.2 «Метод визначення вогнезахисної здатності вогнезахисних просочувань для будівельних конструкцій з деревини, які було піддано вогне-

захисному оброблянню способами поверхневого просочування». Сутність методу полягає у визначенні температури самозаймання вогнезахищеної деревини. Для проведення випробувань застосовують випробувальне обладнання згідно з ДСТУ 8829:2019 «Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення». Зразки для випробувань відбирають із поверхневого шару вогнезахищеної конструкції. Відбирання зразків проводять через кожні 15–20 м довжини об'єкта вогнезахисту, але не менше ніж у 10 рівномірно розташованих точках. Зразки виготовляють прямокутної форми зі стороною розмірами  $(25 \pm 1)$  мм, товщиною  $(0,9 \pm 0,1)$  мм. Для отримання заданої товщини зразків допускається їх сточування з боку, який не було піддано вогнезахисному оброблянню. Зразки накладають шарами один на інший до досягнення маси  $(3,0 \pm 0,1)$  г. Всього для випробувань необхідно підготувати 10–15 зразків. Маса кожного зразка має бути  $(3,0 \pm 0,1)$  г. Вогнезахищену деревину вважають такою, що відповідає встановленій для неї групі вогнезахисної ефективності, якщо отримане значення її температури самозаймання відрізняється не більше ніж на  $20^\circ\text{C}$  порівняно зі значенням температури самозаймання, що наведено підприємством-виробником у технологічному регламенті, технічних умовах або результатах випробувань на відповідний вогнезахисний засіб.

Практичне використання даних законодавчих актів та нормативних документів впродовж тривалого часу дало можливість провести аналіз та виявити суттєві недосконалості, що безпосередньо впливають на прийняття рішення комісією, що створюється, для перевірки відповідності вогнезахисту.

Першочергово необхідно констатувати факт відсутності визначення терміну «перевірка відповідності вогнезахисту», який застосовується в [21]. Відсутність нормативно-врегульованого значення цього терміна призводить до його різностороннього трактування та спонукає виникнення колізій, що і чому має відповідати та за якими критеріями це оцінюється.

Наступним важливим фактором, що впливає на роботу комісії, є відсутність чітко визначених обов'язків та повноважень членів комісії, а також відсутність необхідного кворуму, за якого може бути прийнято рішення. Такі прогалини призводять до суперечливих рішень серед учасників комісії, що унеможлиблює об'єктивну оцінку виконаних робіт загалом.

Не менш важливим фактором, що негативно впливає на оцінку якості виконаних робіт з вогнезахисту, є те, що в [21] визначено некоректні шляхи перевірки для вогнезахисного просочування. Зокрема, для вогнезахисного просочення встановлено, що проводиться зовнішній огляд захисного покриття на відсутність пропусків, рівномірність покриття. Цей захід реалізувати неможливо, оскільки більшість вогнезахис-

них засобів, що забезпечують просочування, постачаються безбарвними, а додаткове забарвлення потребує додаткового фінансування, що замовляється вкрай рідко. Окремі вогнезахисні засоби мають забарвлення, проте ці забарвлення переважно червоного, оранжевого та зеленого кольорів, що при повторному нанесенні одним і тим же засобом візуально визначити без застосування спеціального обладнання неможливо.

Неефективним є і встановлений шлях застосування експрес-методу для вогнезахисного просочування. Це зумовлено технічно низькою точністю та моральною застарілістю самого експрес-методу. Цей метод був впроваджений у 1998 році та надає можливість визначити відповідність вогнезахищеної деревини лише II-й групі вогнезахисту, тоді як в чинних нормативно-правових актах передбачено підтвердження I-ї групи вогнезахисту або інших критеріїв [18]. Експрес-метод передбачає відбирання зразків з деревини, висушеної до повітряно-сухого стану, що реалізувати неможливо, оскільки зразки відбираються з конструкцій безпосередньо на об'єктах, в різні пори року та при конкретній вологості, що є на момент відбору зразків. Також слід зауважити, що метод передбачає зрізання зразків товщиною до 1 мм. Зразки такої товщини зрізати з конструкцій, які експлуатуються десятиліттями та набули природної твердості технічно надзвичайно складно. Окремо варто відзначити, що у більшості регламентів на вогнезахисні засоби для просочування, згідно із табл. 1, не вказано глибину, на яку проникає вогнезахисний засіб, тому зрізи зразків до 1 мм відбирати не об'єктивно.

Як уже зазначалось вище, в подальшому зразки піддаються впливу полум'я сірника впродовж 15 с, проте не вказано чітких критеріїв цього впливу: на яку відстань підносити зразок до полум'я; з якої сторони піддавати зразок впливу полум'я (зі сторони, яка поверх просочувалась, чи з внутрішньої сторони); в якому положенні має бути зразок та сірник один відносно одного; час самостійного горіння і тління потрібно фіксувати разом чи розділяти на 2 окремих проміжки. Висновки за результатами експрес-методу робляться залежно від того, чи зразки підтримують самостійне горіння та тління після видалення джерела вогню. Проте на сьогодні значна кількість сучасних вогнезахисних засобів, зокрема в основу яких входять фосфорні кислоти, має механізм вогнезахисту, що передбачає короткочасне горіння з подальшим виділенням негорючих газів, що його призупиняють.

За результатами роботи комісії з перевірки відповідності вогнезахисту оформляється Акт перевірки відповідності вогнезахисту. Найбільш суттєвим недоліком цього акта (щодо перевірки відповідності вогнезахисного просочування) є те, що в ньому передбачається фіксація глибини вогнезахисного просочування (вимірювання якої неможливо реалізувати для деревини без лабораторних умов) та не

передбачена можливість фіксації даних, отриманих за результатами застосування експрес-методу.

Об'єктивним і коректним є метод визначення вогнезахисної здатності вогнезахисних просочувань для будівельних конструкцій з деревини, які було піддано вогнезахисному оброблянню способами поверхневого просочування, описаний в ДСТУ-Н-П Б В.1.1-29:2010. Проте висновки щодо температури самозаймання зразків, отримані за результатами випробувань, мають порівнюватися із значенням температури самозаймання, що наведено підприємством-виробником у технологічному регламенті, технічних умовах або результатах випробувань на відповідний вогнезахисний засіб, яких, згідно із табл. 1, в понад 93 % випадків не вказано. Також варто зауважити, що в основному документі, що регламентує перевірку відповідності вогнезахисту [21] відсутнє посилання на ДСТУ-Н-П Б В.1.1-29:2010 та не передбачено проведення лабораторних випробувань щодо визначення температури самозаймання. В Акті перевірки відповідності вогнезахисту також не передбачено можливості фіксації температури самозаймання.

В умовах військового стану та повномасштабної війни проблематика належного контролю за забезпеченням вогнезахисту деревини набуває особливого значення, оскільки в багатьох випадках відбувається потрапляння вибухонебезпечних предметів саме у верхні частини будівель – горища, дерев'яні конструкції яких підлягають вогнезахисту. Відсутність об'єктивного механізму швидкого та якісного визначення наявності та ефективності вогнезахисту сприяє погіршенню стану пожежної безпеки загалом та в багатьох випадках супроводжується значною кількістю людських жертв через швидкий розвиток пожежі.

### Висновки і перспективи подальших досліджень

У Правилах з вогнезахисту не визначено термін «перевірка відповідності вогнезахисту», не описано обов'язки та повноваження членів комісії з перевірки відповідності вогнезахисту та визначено некоректні шляхи перевірки якості виконаних робіт для вогнезахисного просочування. Чинний Акт перевірки відповідності вогнезахисту не коректний.

У більшості сучасних вогнезахисних засобів, доступних на ринку України, в технічній документації відсутні відомості щодо визначення температури самозаймання, що унеможливує застосування методу визначення вогнезахисної здатності вогнезахисних просочувань для будівельних конструкцій з деревини відповідно до ДСТУ-Н-П Б В.1.1-29:2010.

Удосконалення перевірки відповідності вогнезахисту деревини, що експлуатується, є необхідним на усіх стадіях, починаючи від визначення коректної термінології та актуалізації Правил з вогнезахисту до розроблення ефективних методів перевірки з ураху-

ванням особливостей сучасних вогнезахисних засобів.

Подальші дослідження будуть направлені на розробку інформативного експрес-методу для визначення якості вогнезахисту деревини.

### Література

1. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 9 місяців 2023 року [Електрон. ресурс] / Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту. – Київ : ВДЦПтаНС ІДУ НД ЦЗ, 2023. – 16 с. – Режим доступу: <https://idundcz.dsns.gov.ua/upload/1/9/1/8/5/0/3/analitychna-dovidka-pro-pojeji-092023.pdf>, вільний (дата звернення: 05.03.2024).
2. Звіт про основні результати діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій у 2021 році [Електрон. ресурс] / Державна служба України з надзвичайних ситуацій. – Київ : ДСНС України, 2021. – 60 с. – Режим доступу: <https://dsns.gov.ua/upload/2/6/8/1/6/9/IVSPPfkqdkExu8pkT9nO6J8V4MlcND2gG9vE1Bb.pdf>, вільний (дата звернення: 05.03.2024).
3. Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні : Наказ М-ва внутрішніх справ України від 30 груд. 2014 р. № 1417 : в редакції від 07 квіт. 2023 р. [Електрон. ресурс] / Верховна Рада України : сайт. – Київ, 1994–2024. – Оновлюється постійно. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text>, вільний (дата звернення: 05.03.2024).
4. Чернуха А. А. Підвищення ефективності вогнезахисту деревини за допомогою гелеутворюючих складів на основі силікатів : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 21.06.02 – пожежна безпека / Чернуха Антон Андрійович ; Нац. ун-т цивіл. захисту України. – Харків, 2013. – 20 с.
5. Чернуха А. А. Ефективність вогнезахисного просочувального засобу Екосепт для деревини дубу / А. А. Чернуха, О. С. Безуглов, І. Ю. Вачков // Проблеми пожежної безпеки. – 2017. – Вип. 42. – С. 170–175. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppb\\_2017\\_42\\_29](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppb_2017_42_29), вільний (дата звернення: 05.03.2024).
6. Особливості дослідження тривалості вогнезахисту деревини просочувальними засобами / В. П. Бут, В. М. Жартовський, М. В. Білошицький, Ю. В. Цапко, О. Г. Барило // Науковий вісник УкрНДІПБ. – 2004. – № 1 (9). – С. 21–25.
7. Study on degradation of phosphorus and nitrogen composite UV-cured flame retardant coating on wood surface / T. Wang, T. Liu, T. Ma, L. Li, Q. Wang, C. Guo // Progress in Organic Coatings. – 2018. – Vol. 124. – P. 240–248. – DOI: [10.1016/j.porgcoat.2018.08.017](https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2018.08.017).
8. Ефективні антипірени епоксидних смол: синтез, будова, властивості / П. В. Пастухов, В. Л. Петровський, О. І. Лавренко, Б. М. Михалічко // Пожежна безпека. – 2020. – № 36. – С. 101–107. – DOI: [10.32447/20786662.36.2020.11](https://doi.org/10.32447/20786662.36.2020.11).
9. Effects of inorganic fillers on the shear viscosity and fire retardant performance of waterborne intumescent coatings / F.-Q. Fan, Z.-B. Xia, Q.-Y. Li, Z. Li // Progress in Organic Coatings. – 2013. – Vol. 76, Issue 5. – P. 844–851. – DOI: [10.1016/j.porgcoat.2013.02.002](https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2013.02.002).
10. Lowden L. A. Flammability behaviour of wood and a review of the methods for its reduction / L. A. Lowden, T. R. Hull // Fire Science Reviews. – 2013. – Vol. 2. – Article 4. – DOI: [10.1186/2193-0414-2-4](https://doi.org/10.1186/2193-0414-2-4).
11. Оптимізація неорганічних складових вогнезахисного лаку для деревини / Ю. В. Цапко, О. Ю. Цапко, О. П. Бондаренко, В. В. Ломага // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2021. – Вип. 82. – С. 123–132. – DOI: [10.31650/2415-377X-2021-82-123-132](https://doi.org/10.31650/2415-377X-2021-82-123-132).
12. Fire Retardant Products : European Assessment Document – EAD 350865-00-1106 [Electronic resource] / European Organisation for Technical Assessment. – Brussels (Belgium) : EOTA, 2020. – 25 p. – Regime of access: [https://www.eota.eu/download?file=/2017/17-35-0865/ead%20for%20ojeu/ead%20350865-00-1106\\_ojeu2020.pdf](https://www.eota.eu/download?file=/2017/17-35-0865/ead%20for%20ojeu/ead%20350865-00-1106_ojeu2020.pdf), free (date of the application: 05.03.2024).

13. Гаврилюк А. Ф. Дослідження впливу взаємозаміни вогнезахисного засобу на зниження показників вогнезахисної ефективності дерев'яних будівельних конструкцій / А. Ф. Гаврилюк, М. О. Гайдук, Д. І. Дуленко // *Пожарна безпека*. – 2021. – № 39. – С. 12–20. – DOI: [10.32447/20786662.39.2021.02](https://doi.org/10.32447/20786662.39.2021.02).

14. Гудович О. Д. Щодо комплексної оцінки пожежної небезпеки вогнезахисної деревини / О. Д. Гудович, О. В. Корнієнко // *Науковий збірник Інституту державного управління у сфері цивільного захисту*. – 2013. – № 1. – С. 104–110. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nzidu\\_2013\\_1\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nzidu_2013_1_19), вільний (дата звернення: 05.03.2024).

15. Цапко Ю. В. Аналіз методів та розроблення способу визначення ефективності вогнезахисту дерев'яних конструкцій / Ю. В. Цапко, А. В. Кравченко, О. Ю. Цапко // *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури*. – 2017. – Вип. 66. – С. 118–122. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vodaba\\_2017\\_66\\_21](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vodaba_2017_66_21), вільний (дата звернення: 05.03.2024).

16. Tsapko Yu. Effect of a flame-retardant coating on the burning parameters of wood samples / Yu. Tsapko, A. Tsapko, O. Bondarenko // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies: Ecology*. – 2019. – Vol. 2, No. 10 (98). – P. 49–54. – DOI: [10.15587/1729-4061.2019.163591](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.163591).

17. Дослідження строку придатності вогнезахисного покриття (просочення) вогнезахисних засобів для деревини / В. М. Михайлов, В. В. Коваленко, О. В. Корнієнко, В. В. Свірський, М. І. Копильний, А. Є. Онищук // *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. – 2021. – № 2 (12). – С. 4–10. – DOI: [10.33269/nvcz.2021.2\(12\).4-10](https://doi.org/10.33269/nvcz.2021.2(12).4-10).

18. Удосконалення методу випробувань з визначення вогнезахисної здатності вогнезахисних засобів / В. В. Коваленко, О. В. Добрянко, О. М. Тимошенко, А. С. Борисова // *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. – 2022. – № 2 (14). – С. 44–51. – DOI: [10.33269/nvcz.2022.2\(14\).44-51](https://doi.org/10.33269/nvcz.2022.2(14).44-51).

19. Жартівський С. В. Технічні методи аудиту пожежної безпеки об'єктів з пожежною навантаженням із дерев'яних будівельних конструкцій / С. В. Жартівський // *Науковий вісник НЛТУ України*. – 2018. – Т. 28, № 1. – С. 85–90. – DOI: [10.15421/40280117](https://doi.org/10.15421/40280117).

20. Альтернативні параметри визначення ефективності дії вогнезахисних засобів для деревини / О. Є. Безулов, А. А. Чернуха, А. А. Федцов, В. С. Сорока // *Проблеми пожежної безпеки*. – 2014. – Вип. 35. – С. 32–38. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppb\\_2014\\_35\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppb_2014_35_8), вільний (дата звернення: 05.03.2024).

21. Про затвердження Правил з вогнезахисту: Наказ М-ва внутрішніх справ України від 26 груд. 2018 р. № 1064 [Електрон. ресурс] / Верховна Рада України : сайт. – Київ, 1994–2024. – Оновлюється постійно. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0259-19#Text>, вільний (дата звернення: 05.03.2024).

22. Огляд діяльності дослідно-випробувальних лабораторій ГУ ДСНС в областях і місті Києві у 2019 році / Український науково-дослідний інститут цивільного захисту. – Київ : УкрНДІЦЗ, 2019. – 46 с.

23. Огляд діяльності дослідно-випробувальних лабораторій ГУ ДСНС в областях і місті Києві у 2020 році / Український науково-дослідний інститут цивільного захисту. – Київ : УкрНДІЦЗ, 2020. – 40 с.

24. Огляд діяльності дослідно-випробувальних лабораторій ГУ ДСНС в областях і місті Києві у 2021 році / Український науково-дослідний інститут цивільного захисту. – Київ : УкрНДІЦЗ, 2021. – 41 с.

25. Огляд діяльності дослідно-випробувальних лабораторій ГУ ДСНС в областях і місті Києві у 2022 році / Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту. – Київ : ЦДУ НД ЦЗ, 2022. – 55 с.

26. Огляд діяльності дослідно-випробувальних лабораторій ГУ ДСНС в областях і місті Києві за 6 місяців 2023 року / Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту. – Київ : ЦДУ НД ЦЗ, 2023. – 44 с.

## References

1. Institute of Public Administration and Research in Civil Protection. (2023). *Analytical report on fires and their consequences in Ukraine for 9 months of 2023*. IPA RCP. <https://idundcz.dsns.gov.ua/upload/19/1/8/5/0/3/analytychna-dovidka-pro-pojeji-092023.pdf> [in Ukrainian]
2. State Emergency Service of Ukraine. (2021). *Report on the main results of the State Emergency Service of Ukraine in 2021*. SESU. <https://dsns.gov.ua/upload/2/6/8/1/6/9/1VSPFkqdkExu8pkT9nO6J8VV4MlcND2gG9vEIBb.pdf> [in Ukrainian]
3. Ministry of Internal Affairs of Ukraine. (2023, April 7). *On approval of the Rules of Fire Safety in Ukraine: Order of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine of 30 December 2014 No. 1417*. Verkhovna Rada of Ukraine. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text> [in Ukrainian]
4. Chernukha, A. A. (2013). *Improving the effectiveness of wood fire protection using silicate-based gel-forming compositions* [Candidate of Sciences dissertation abstract, National University of Civil Protection of Ukraine]. Electronic Repository of NUCPU [in Ukrainian]
5. Chernukha, A., Bezuhlov, O., & Vachkov, I. (2017). Efficiency of fire protection of an impregnated Ekosept for oak wood. *Problems of Fire Safety*, (42), 170–175. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppb\\_2017\\_42\\_29](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppb_2017_42_29) [in Ukrainian]
6. But, V. P., Zhartovskiy, V. M., Biloshytskiy, M. V., Tsapko, Yu. V., & Barylo, O. H. (2004). Research features of the duration of fire protection of wood with impregnating agents. *Scientific Bulletin of the UkrFSRI*, 1(9), 21–25 [in Ukrainian]
7. Wang, T., Liu, T., Ma, T., Li, L., Wang, Q., & Guo, C. (2018). Study on degradation of phosphorus and nitrogen composite UV-cured flame retardant coating on wood surface. *Progress in Organic Coatings*, 124, 240–248. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2018.08.017>
8. Pastukhov, P. V., Petrovskiy, V. L., Lavreniuk, O. I., & Mykhalichko, B. M. (2020). Efficient flame retardants for epoxy resins: synthesis, structure, properties. *Fire Safety*, (36), 101–107. <https://doi.org/10.32447/20786662.36.2020.11> [in Ukrainian]
9. Fan, F.-Q., Xia, Z.-B., Li, Q.-Y., & Li, Z. (2013). Effects of inorganic fillers on the shear viscosity and fire retardant performance of waterborne intumescent coatings. *Progress in Organic Coatings*, 76(5), 844–851. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2013.02.002>
10. Lowden, L. A., & Hull, T. R. (2013). Flammability behaviour of wood and a review of the methods for its reduction. *Fire Science Reviews*, 2, 4. <https://doi.org/10.1186/2193-0414-2-4>
11. Tsapko, Yu., Tsapko, O., Bondarenko, O., & Lomaha, V. (2021). Optimization of inorganic components of fire protective varnish for wood. *Bulletin of Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture*, (82), 123–132. <https://doi.org/10.31650/2415-377X-2021-82-123-132> [in Ukrainian]
12. European Organisation for Technical Assessment. (2020). *Fire Retardant Products: European Assessment Document – EAD 350865-00-1106*. EOTA. [https://www.eota.eu/download?file=/2017/17-35-0865/ead%20for%20jeu/ead%20350865-00-1106\\_jeu2020.pdf](https://www.eota.eu/download?file=/2017/17-35-0865/ead%20for%20jeu/ead%20350865-00-1106_jeu2020.pdf)
13. Havryliuk, A. F., Haiduk, M. O., & Dulenko, D. I. (2021). Study of the influence of change of fire protective agent on reduction of fire protection efficiency of wooden building structures. *Fire Safety*, (39), 12–20. <https://doi.org/10.32447/20786662.39.2021.02> [in Ukrainian]
14. Hudovych, O. D., & Kornienko, O. V. (2013). On the comprehensive assessment of fire hazard of fire-protected wood. *Scientific Collection of the Institute of Public Administration in the Field of Civil Protection*, (1), 104–110. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nzidu\\_2013\\_1\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nzidu_2013_1_19) [in Ukrainian]
15. Tsapko, Yu. V., Kravchenko, A. V., & Tsapko, O. Yu. (2017). Methods and development analysis of a way for determining the efficiency of wooden structures fire protection. *Bulletin of Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture*, (66), 118–122. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vodaba\\_2017\\_66\\_21](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vodaba_2017_66_21) [in Ukrainian]
16. Tsapko, Yu., Tsapko, A., & Bondarenko, O. (2019). Effect of a flame-retardant coating on the burning parameters of wood samples. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies: Ecology*,

2(10 (98), 49–54. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.163591>

17. Mykhailov, V., Kovalenko, V., Korniienko, O., Svirskyi, V., Kopylnyi, M., & Onyshchuk, A. (2021). Study of the expiration date of fire-protective coating (impregnation) of fire-protective agents for wood. *Scientific Bulletin: Civil Protection and Fire Safety*, (2(12), 4–10. [https://doi.org/10.33269/nvcz.2021.2\(12\).4-10](https://doi.org/10.33269/nvcz.2021.2(12).4-10) [in Ukrainian]

18. Kovalenko, V., Dobrostan, O., Tymoshenko, O., & Borysova, A. (2022). Improvement of the test method for determining the fire protection capacity of fire protection equipment. *Scientific Bulletin: Civil Protection and Fire Safety*, (2(14), 44–51. [https://doi.org/10.33269/nvcz.2022.2\(14\).44-51](https://doi.org/10.33269/nvcz.2022.2(14).44-51) [in Ukrainian]

19. Zhartovskiy, S. V. (2018). Technical Methods of Fire Safety Audit of the Facilities Made of Wooden Building Structures Subject to Fire Load. *Scientific Bulletin of UNFU*, 28(1), 85–90. <https://doi.org/10.15421/40280117> [in Ukrainian]

20. Bezhlov, O., Chernukha, A., Fedtsov, A., & Soroka, V. (2014). Alternative options for determining the efficiency of fire protective equipment for wood. *Problems of Fire Safety*, (35), 32–38. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppb\\_2014\\_35\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppb_2014_35_8)

21. Ministry of Internal Affairs of Ukraine. (2018, December 26). *On Approval of the Rules on Fire Protection: Order of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine of 26 December 2018 No. 1064*. Verkhovna Rada of Ukraine. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0259-19#Text> [in Ukrainian]

22. The Ukrainian Civil Protection Research Institute. (2019). *Overview of the activities of research and testing laboratories of the Main Directorate of the State Emergency Service of Ukraine in the regions and the city of Kyiv in 2019*. UkrCPRI [in Ukrainian]

23. The Ukrainian Civil Protection Research Institute. (2020). *Overview of the activities of research and testing laboratories of the Main Directorate of the State Emergency Service of Ukraine in the regions and the city of Kyiv in 2020*. UkrCPRI [in Ukrainian]

24. The Ukrainian Civil Protection Research Institute. (2021). *Overview of the activities of research and testing laboratories of the Main Directorate of the State Emergency Service of Ukraine in the regions and the city of Kyiv in 2021*. UkrCPRI [in Ukrainian]

25. Institute of Public Administration and Research in Civil Protection.

(2022). *Overview of the activities of research and testing laboratories of the Main Directorate of the State Emergency Service of Ukraine in the regions and the city of Kyiv in 2022*. IPA RCP [in Ukrainian]

26. Institute of Public Administration and Research in Civil Protection. (2023). *Overview of the activities of research and testing laboratories of the Main Directorate of the State Emergency Service of Ukraine in the regions and the city of Kyiv in 2023*. IPA RCP [in Ukrainian]

**Рецензент:** д-р техн. наук, доц., проф. кафедри фізики та хімії горіння В.М. Баланюк, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна.

**Автор:** ГАЙДУК Максим Олександрович  
начальник дослідно-випробувальної лабораторії  
АРЗ СП ГУ ДСНС України у Хмельницькій області,  
експерт будівельний I категорії з пожежної і  
техногенної безпеки, аспірант ЛДУ БЖД  
E-mail – [fireman-expert@ukr.net](mailto:fireman-expert@ukr.net)  
ID ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5248-322X>

**Автор:** ГАВРИЛЮК Андрій Федорович  
кандидат технічних наук, доцент, докторант  
Львівський державний університет безпеки  
життєдіяльності  
E-mail – [gavrilyk3@ukr.net](mailto:gavrilyk3@ukr.net)  
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8727-9950>

**Автор:** ЯКОВЧУК Роман Святославович  
доктор технічних наук, доцент, начальник кафедри  
цивільного захисту та комп'ютерного моделювання  
екогеофізичних процесів  
Львівський державний університет безпеки  
життєдіяльності  
E-mail – [yakovchukrs@ukr.net](mailto:yakovchukrs@ukr.net)  
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5523-5569>

## PROBLEMATIC ASPECTS OF DETERMINING FIRE PROTECTION OF WOOD

M. Haiduk<sup>1,2</sup>, A. Havryliuk<sup>2</sup>, R. Yakovchuk<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Special Purpose Emergency and Rescue Unit of the Main Directorate of the State Emergency Service of Ukraine in Khmelnytskyi Oblast, Ukraine

<sup>2</sup>Lviv State University of Life Safety, Ukraine

Annually, fires inflict huge losses to both business entities of various forms of ownership and the state overall. According to analytical data for nine months of 2023, 2212 fires occurred in Ukraine at objects of different forms of ownership subject to state supervision (control) in technogenic and fire safety.

Many researchers confirm that fire protection of wood is an effective prophylactic measure. However, there are significant factors influencing the reduction of its efficiency directly and also factors that do not affect the efficiency of fire protection directly but provide an objective determination of the quality of fire protection. One of the factors in objectively determining the quality of fire protection is verifying the fire protection compliance.

This study aims to determine the causes and patterns of improper fire protection of wooden building structures with fire-retardant solutions (lower than stated in the manufacturer's regulations).

The analysis of recent research and publications shows that the issue of verifying the compliance of fire protection of wooden structures directly after the works in Ukraine has not been studied. Many modern fire protection solutions on the Ukrainian market require improved quality control methods. The existent system of verification of the compliance of fire protection has substantial defects and does not give a possibility to define objectively the quality of fire protection. Precise terminology is absent in normative acts, the methods described for verifying fire protection are not up-to-date, and the regulatory documents for fireproof solutions, in most cases, do not contain the necessary information for quality control.

Improvement of verification of the compliance of fire protection of the exploited wood is a necessity at all stages, beginning from determining correct terminology and actualisation of the Rules of fire protection to developing effective methods of verification taking into account the features of modern fireproof solutions.

**Keywords:** fire protection of wood, fire protection compliance verification, fire protection rules, wood impregnation.