


*О. І. Бедратюк¹, С. О. Ємельяненко², В. М. Марич²,
В. Л. Петровський², Ю. І. Рудик²*

¹Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту
²Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Львів, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0642-9399> – О. І. Бедратюк
<https://orcid.org/0000-0002-2766-8428> – С. О. Ємельяненко
<https://orcid.org/0000-0001-7051-4494> – В. М. Марич
<https://orcid.org/0000-0002-7372-5876> – Ю. І. Рудик
 boi95@i.ua

НОВІ ПЕРСПЕКТИВИ ДЛЯ РОБОТИ ДОСЛІДНО-ВИПРОБУВАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ

Вступ. Сьогодення вимагає впровадження та влаштування на сучасних підприємствах безпечного технологічного процесу за допомогою різного обладнання, нових матеріалів та сучасного менеджменту. Інтеграція до загальноєвропейської спільноти і поглиблення міграційних процесів потребує створення системи глобальної безпеки із застосуванням європейських стандартів у всіх найважливіших суспільних сферах. Директиви ЄС обмежують адміністративне втручання в господарську діяльність виробників, створюючи сприятливі умови господарюючим суб'єктам для виконання ними своїх зобов'язань перед споживачами. Процес вступу України в ЄС вимагає не лише узгодження законодавства, але й змін в регуляторних системах, стандартах та методах оцінювання відповідності та їх гармонізації з системами, стандартами та методами ЄС.

Мета. В Україні у сфері технічного регулювання ця адаптація здійснюється за допомогою розроблення та впровадження технічних регламентів. Діяльність дослідно-випробувальних лабораторій має бути спрямована на реалізацію нових підходів щодо випробувальної діяльності і оцінки відповідності. Проблемним питанням залишається продовження легальності роботи випробувальних/вимірювальних установок або легалізація новостворених. Мета цієї статті – визначення проблемних питань у розвитку і застосуванні вимірювальних методів та випробувальних установок у наукових, дослідних, випробувальних та калібрувальних лабораторіях.

Методи. Застосування різних методів розрахунку, вимірювання, оцінювання та випробовування показників безпеки продукції та технічних систем дає змогу реалізувати системний підхід до запобігання негативним наслідкам і шкоді для людей та обладнання. Загальні принципи оцінки рівня небезпеки дають можливість визначити потребу в захисті; внесок різних компонентів ризику в загальний стан об'єкта; ефект різних заходів захисту для зменшення ризику; вибір заходів захисту з урахуванням їх економічної ефективності.

Результати. Опрацьовано впровадження методу вимірювань на ізопериметричному калориметрі для розрахунку теплотворної здатності рідин та твердих матеріалів у діяльність дослідно-випробувальних лабораторій. Показано вклад вимірювань якісного складу речовини у розроблення технології очищення стічних вод екологічно чистими модифікованими природними сорбентами. Впровадження в будівельні норми та інші нормативні акти для різних застосувань таких вимог краще задовольнятимуть адекватність моделей завдяки застосуванню величини швидкості виділення тепла. Результати випробувань, отримані за допомогою установки з визначення теплоти згоряння та установки з випробувань на негорючість, дають змогу класифікувати будівельні матеріали відповідно до реакції на вогонь за класами А1 та А2. Тому саме комплексний, системний підхід у досягненні безпеки, починаючи із стадії оцінювання, має враховувати різні характеристики небезпеки, у т. ч. пожежної, у відповідних об'єктах. На основі отриманих даних видно, як досягається зниження показників кожного ризику залежно від результату випробувань та економічний ефект загалом.

Висновок. Враховуючи відставання прийняття Технічних регламентів та відповідних національних стандартів, а ще більше – відставання дослідно-випробувальної лабораторної бази в Україні; повільне засвоєння виробничо-підприємницьким середовищем відповідальності за якість продукції, створені призначені органи з оцінки відповідності потребують організації власної або доступу до спеціалізованої випробувальної бази для реалізації випробувань продукції у сфері пожежної безпеки, зокрема будівельної продукції, з широким регіональним представництвом. Таким чином, новою реалією діяльності дослідно-випробувальних лабораторій є їх акредитація, а основними технічними питаннями є визначення найбільш ефективних та затребуваних суспільством методів випробування продукції та цільова закупівля обладнання для їх реалізації.

Ключові слова: вимірювання, випробування, акредитація лабораторії, технічний регламент, оцінювання відповідності, пожежна безпека будівельної продукції, швидкість виділення тепла, конічний калориметр, екологічна безпека.

**O. I. Bedratyuk¹, S. O. Yemelyanenko², V. M. Marych²,
V. L. Petrovskyi², Yu. I. Rudyk²**

¹*Institute of Public Administration and Scientific Research on Civil Protection*

²*Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine*

NEW PERSPECTIVES FOR THE WORK OF RESEARCH AND TESTING LABORATORIES

Introduction. Nowadays requires the implementation and arrangement of a safe technological process at modern enterprises with the help of various equipment, new materials and modern management. Integration into the pan-European community and the deepening of migration processes requires the creation of a global security system with the application of European standards in all the most important social spheres. EU directives limit administrative interference in the economic activities of producers, creating favourable conditions for business entities to fulfil their obligations to consumers. The process of Ukraine's accession to the EU requires not only harmonisation of legislation, but also changes in regulatory systems, standards and methods of conformity assessment and their harmonisation with EU systems, standards and methods.

Purpose. Goal. In Ukraine, in the field of technical regulation, this adaptation is carried out through the development and implementation of technical regulations. The activities of research and testing laboratories should be aimed at implementing new approaches to testing and conformity assessment. Continuing the legality of the operation of test/measuring facilities or legalising newly created ones remains a problematic issue. The purpose of this article is to identify problematic issues in the development and application of measuring methods and test facilities in scientific, research, testing and calibration laboratories.

Methods. The application of various methods of calculation, measurement, evaluation and testing of safety indicators of products and technical systems makes it possible to implement a systematic approach to prevention and prevention of negative consequences and damage to equipment and people. The general principles of assessing the level of hazard make it possible to determine the need for protection; the contribution of various risk components to the overall condition of the facility; the effect of various protection measures to reduce the risk; selection of protection measures taking into account their economic effectiveness.

Results. The implementation of the isoperibolic calorimeter measurement method for calculating the calorific value of liquids and solid materials in the activities of research and testing laboratories has been worked out. The contribution of measuring the qualitative composition of the substance to the development of wastewater treatment technology with ecologically clean modified natural sorbents is shown. Implementation of building codes and other regulations for various applications where the requirements will be better satisfied by the heat release rate approach. The results of the tests obtained using the unit for determining the heat of combustion and the unit for non-flammability tests allow the classification of building materials according to the reaction to fire according to classes A1 and A2. Therefore, a comprehensive, systematic approach to achieving safety, starting from the assessment stage, should take into account various characteristics of the hazard, including fire hazard, in the relevant facilities. Based on the obtained data, it is possible to see how the reduction of indicators of each risk is achieved depending on the test result and the economic effect in general.

Conclusion. Taking into account the backlog of adoption of Technical Regulations and relevant national standards, and even more the backlog of the research and testing laboratory base in Ukraine; slow assimilation by the industrial and business environment of responsibility for product quality, the established designated conformity assessment bodies require the organisation of their own or access to a specialised test base for testing products in the field of fire safety, in particular construction products, with a wide regional representation. Thus, the new reality of the activity of research and testing laboratories is their accreditation, and the main technical issues are the determination of the most effective and demanded by society methods of testing products and the targeted purchase of equipment for their implementation.

Keywords: measurement, testing, laboratory accreditation, technical regulation, conformity assessment, fire safety of construction products, heat release rate, cone calorimeter, environmental safety.

Вступ. Україна крок за кроком послідовно інтегрується до загальноєвропейської спільноти і розглядає поглиблення інтеграційних процесів як необхідну передумову створення системи глобальної безпеки із застосуванням європейських стандартів у всіх найважливіших суспільних сферах.

Так, в Європейському Союзі (далі – ЄС) розроблені і запроваджені ефективно діючі інструменти усунення бар'єрів на шляху вільного

переміщення товарів і продукції. Серед них чільне місце займають директиви ЄС, зокрема Нового та Глобального підходу, які обмежують адміністративне втручання в господарську діяльність виробників, створюючи сприятливі умови суб'єктам господарювання для виконання ними своїх зобов'язань перед споживачами. Процес вступу України в ЄС вимагає не лише узгодження законодавства, але й змін в регуляторних системах, стандартах та методах

оцінювання відповідності та їх гармонізації з системами, стандартами та методами ЄС.

В Україні у сфері технічного регулювання ця адаптація здійснюється за допомогою розроблення та впровадження технічних регламентів відповідно до директив ЄС. Слід зазначити, що в ЄС допускається розроблення технічних регламентів на основі інших керівних документів. Головним регулятором щодо розробки і впровадження технічних регламентів є Мінекономрозвитку України, на яке, згідно з Законом України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності» (далі – Закон), покладені відповідні повноваження, як на центральний орган виконавчої влади з питань технічного регулювання (далі – ЦОВВ) (стаття 15 Закону) [1, 2].

Повноваження з розроблення технічних регламентів статтею 17 Закону закріплені за центральними органами виконавчої влади у сфері технічного регулювання. Постановою Кабінету Міністрів України від 13.03.2002 № 288 [3] затверджено ЦОВВ, які розробляють технічні регламенти та визначено сфери діяльності, в яких ці ЦОВВ виконують функції технічного регулювання. На ДСНС України покладено функції технічного регулювання, які стосуються продукції протипожежного призначення. Крім розробленого проекту Технічного регламенту засобів цивільного захисту, на засоби цивільного захисту поширюється дія ще 24-х технічних регламентів та нормативно-правових актів, які мають ознаки технічних регламентів. До цієї продукції відносяться зокрема і будівельні вироби.

В Україні основним нормативно-правовим актом, дія якого поширюється на будівельну продукцію, є Закон України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4]. Цей законодавчий акт розроблено на основі Регламенту (ЄС) № 305/2011 [5] (далі – CPR).

У CPR та нормативно-правовому акті України [6] визначено 35 категорій будівельної продукції, на яку поширюється дія європейського та українського технічних регламентів будівельної продукції.

З введенням в дію з 1 січня 2023 року вищезазначеного Закону, діяльність дослідно-випробувальних лабораторій ДСНС України (далі – ДВЛ) має бути спрямована на реалізацію нових підходів щодо випробувальної діяльності і оцінки відповідності. Проблемним питанням залишається продовження легальності роботи випробувальних/вимірювальних установок або легалізація новостворених у наукових, дослідних, випробувальних, калібрувальних лабораторіях.

Відповідно до Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергетики та їх державами-членами в Україні введені в дію за графіком, визначеним у додатку III цієї Угоди, технічні регламенти, які встановлюють вимоги безпеки, зокрема пожежної, до нехарчової продукції. Технічні регламенти стосуються оцінки відповідності, зокрема такої продукції, як будівельні матеріали, електротехнічні вироби, елементи систем протипожежного захисту, переносні та пересувні вогнегасники, модулі та батарейне обладнання, засоби індивідуального захисту, вогнегасні та вогнезахисні речовини тощо.

Введення в дію цих технічних регламентів та прийняття Національним органом зі стандартизації низки підрегламентних національних стандартів, гармонізованих із відповідними європейськими стандартами, виконується завдяки створенню призначених органів з оцінки відповідності з випробувальною базою, що відповідає вимогам ЄС.

Водночас, підтвердження технічної компетентності ДВЛ незалежною третьою стороною є загальноприйнята міжнародна практика акредитації лабораторій Національним органом з акредитації України (далі – НААУ).

НААУ проводить акредитацію відповідно до Закону України «Про акредитацію органів з оцінки відповідності» [9] з урахуванням вимог міжнародних та європейських стандартів з акредитації. Для ДВЛ цікавими для реалізації є акредитація за ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 (випробувальні лабораторії) та ДСТУ EN ISO/IEC 17020:2019 [10] (органи інспектування).

Під час акредитації НААУ керується відповідними рекомендаціями міжнародних (ILAC та IAF) та регіональних (EA) організацій з акредитації.

Слід зазначити, що процес акредитації є досить тривалим у часі, потребує розуміння і прийняття рішення з боку вищого керівництва, залучення компетентних людських та фінансових ресурсів, придбання дороговартісного обладнання, навчання персоналу, розроблення і впровадження документації, оцінювання ризиків тощо.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На теперішній час документом, який підтверджує технічну компетентність ДВЛ, є Свідоцтво або Атестат визнання вимірювальних можливостей відповідно до вимог ДСТУ ISO 10012:2005 [7]. Відповідність цьому стандарту засвідчує впровадження суб'єктом господарювання системи керування вимірюваннями з метою забезпечення метрологічних вимог замовника.

Зазначений стандарт не призначено в якості заміни, або як доповнення до вимог ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 [8] чи будь-якого іншого стандарту, який регламентує діяльність лабораторії в сфері оцінки відповідності, а запропонована система оцінювання не поширюється на роботи, пов'язані з оцінкою відповідності продукції. Тобто, процес вимірювання не є тотожним процесові випробувань.

Задля чіткого розмежування термінологічних суперечностей наведемо обґрунтування відповідних визначень у сфері вимірювань та випробувань. Вимірювання загалом можна означити як пізнавальний процес стосовно визначення числового значення фізичної величини через дії, спрямовані на знаходження її значення дослідним шляхом порівняння з одиницею вимірювання за допомогою засобів виміральної техніки. Згідно із ДСТУ 2681-94, вимірювання – це відображення фізичних величин їх значеннями, за допомогою експерименту та обчислень із застосуванням спеціальних технічних засобів [13]. Згідно із Законом України «Про метрологію та метрологічну діяльність», що набрав чинності з 01.01.2016 року, вимірюванням вважається процес експериментального визначення одного або декількох значень величини, які можуть бути обґрунтовано приписані величині [14].

Якість результатів вимірювання характеризується надійністю, правильністю і точністю. Важлива ознака вимірювання – точність. Ступінь точності змінюється залежно від вимог, які ставлять до результату вимірювання. На практиці не тільки неминучі, а й допустимі різні похибки вимірювання.

Відсутність надмірних похибок (промахів) характеризує надійність результатів і досягається організацією вимірювання. Вилучення систематичних похибок характеризує правильність результатів і досягається за допомогою введення спеціальних коефіцієнтів або поправок. Випадкові похибки є неминучими, а їхні величини і закон розподілу характеризують точність результатів вимірювання.

Випробування у техніці та фізиці — експериментальне визначення кількісних і (або) якісних характеристик властивостей об'єкта випробувань за результатом впливу на нього під час моделювання чи функціонування [15].

У ДСТУ 3021-95 Випробування і контроль якості продукції. Терміни та визначення. охарактеризовано 62 види випробувань. Найпоширенішими із ознак є [16] дві підгрупи: за методами, умовами і місцем проведення поділяються на фізичні (стендові; лабораторні,

полігонні, натурні, швартові та ходові для морської техніки; наземні та польотні для авіаційної техніки; випробування за використанням моделей проводять методами фізичного, математичного моделювання й статистичних випробувань.

За призначенням виділяють контрольні (кваліфікаційні, типові, сертифікаційні, періодичні) та дослідні випробування.

Випробувальне обладнання – технічний пристрій (або пристрої) для відтворення умов випробувань. Атестація випробувального обладнання — визначення нормованих точнісних характеристик випробувального обладнання, їх відповідності вимогам нормативних документів та встановлення придатності цього обладнання до експлуатації.

Протокол випробувань — документ, що містить необхідні відомості про об'єкт випробувань, застосовувані методи, засоби та умови випробувань, результати випробувань, а також висновок згідно з результатами випробувань, оформлений у відповідному порядку [17].

Випробування щодо встановлення групи горючості продукції проводилися згідно з ДСТУ Б В.2.7-19-95 Матеріали будівельні. Методи випробувань на горючість (ГОСТ 30244-94) до 01.01.2020 року. Після цього терміну набув чинності ДСТУ 8829:2019 Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація. Інших методів встановлення горючості, крім випробування, у чинних нормативних документах України не зазначено.

Згідно з ДСТУ Б В.2.7-19-95 (ГОСТ 30244-94) “Матеріали будівельні. Методи випробувань на горючість”, будівельні матеріали поділяють на негорючі (НГ) та горючі (Г).

Суть методу випробувань із визначення групи горючості горючих будівельних матеріалів, згідно з п. 7 ДСТУ Б В.2.7-19-95 (ГОСТ 30244-94), полягає у введенні одночасно чотирьох зразків, закріплених в тримачі, до камери згоряння, дії на зразки полум'я від джерела запалювання з заданими параметрами (фіксована витрата газу та повітря). Метод застосовують для всіх однорідних і шаруватих горючих будівельних матеріалів, в тому числі таких, що застосовуються як оздоблювальні і лицевальні, а також для лакофарбових покриттів:

- а) зважують чотири зразки, поміщають їх у тримач, вводять його в камеру спалювання;
- б) вмикають вимірвальні прилади, подачу

повітря, витягну вентиляцію, джерело запалювання, зачиняють дверцята камери;

в) тривалість дії полум'я від джерела запалювання на зразок має становити 10 хв. Потім джерело запалювання вимикають. За наявності полум'я або ознак тління фіксують тривалість самостійного горіння (тління). Випробування вважають закінченим після охолодження зразків до температури навколишнього середовища;

г) у процесі проведення випробування реєструють температуру газоподібних продуктів горіння не менше двох разів за хвилину за показаннями всіх чотирьох термопар, установлених в газовідвідній трубі, і фіксують тривалість самостійного горіння зразків (за наявності полум'я або ознак тління).

Згідно з ДСТУ 8829:2019 «Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація», будівельні матеріали поділяють на негорючі (НГ) та горючі (Г). Метод застосовують для всіх однорідних і шаруватих горючих будівельних матеріалів, в тому числі таких, що застосовуються як оздоблювальні і облицювальні, а також для лакофарбових покриттів, ідентичні до пп. а) – г).

Таким чином, підтверджується відповідність методу II з експериментального визначення групи горючості будівельних матеріалів за ДСТУ Б В.2.7-19-95, який діяв на момент проведення досліджень, до методу експериментального визначення групи горючості будівельних матеріалів за ДСТУ 8829:2019, п.7.4.

Термін дії, як такий, встановлюється для сертифіката відповідності і визначається відповідним технічним регламентом, яким встановлена обов'язковість певних стандартів. Термін дії сертифіката встановлює орган сертифікації з урахуванням стану виробництва, результатів випробувань, але не більше п'яти років. Дія сертифіката на партію продукції поширюється на термін реалізації цієї партії, але не більше ніж на термін придатності продукції.

Строк дії атестата про акредитацію становить п'ять років (Закон України від 17.05.2001 № 2407-III Про акредитацію органів з оцінки відповідності). Термін дії протоколу випробувань не входить у сферу регулювання Закону України від 06.09.2005 № 2806-IV Про дозвільну систему у сфері господарської діяльності. Термін дії протоколу випробувань не входить у сферу регулювання Закону України від 05.04.2007 № 877-V Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності. Термін дії протоколу випробувань не входить у сферу регулювання Закону України від 02.12.2010 № 2735-VI Про

державний ринковий нагляд і контроль нехарчової продукції.

Згідно із ст. 12 Закону України від 15.01.2015 № 124-VIII Про технічні регламенти та оцінку відповідності: «1. Нормативно-правовим актом, яким затверджено технічний регламент, може бути встановлено, що надання на ринку або введення в експлуатацію продукції, яка відповідає вимогам технічного регламенту, що був чинним раніше, та була введена в обіг до дня набрання чинності новим технічним регламентом чи не пізніше іншого терміну (строку), встановленого нормативно-правовим актом, яким затверджено новий технічний регламент, не може бути заборонено або обмежено з причин невідповідності такої продукції вимогам нового технічного регламенту.

2. Нормативно-правовим актом, яким затверджено технічний регламент, що був прийнятий вперше чи дія якого раніше не поширювалася на певний вид продукції, може бути встановлено право надавати на ринку або вводити в експлуатацію продукцію, яка не відповідає усім чи окремим вимогам цього технічного регламенту та була введена в обіг до дня набрання ним чинності чи не пізніше іншого терміну (строку), встановленого нормативно-правовим актом, яким затверджено зазначений технічний регламент.

3. Надання на ринку або введення в експлуатацію продукції, визначеної в частинах першій та другій цієї статті, може бути обмежене терміном (строком), встановленим нормативно-правовим актом, яким затверджено відповідний технічний регламент. У разі, якщо технічні вимоги до продукції, визначені у новому технічному регламенті, не змінилися чи змінилися неістотно порівняно з технічним регламентом, що був чинним раніше, зазначений термін (строк), як правило, не встановлюється.»

У загальному випадку термін дії протоколу випробувань встановлюється на період до внесення змін у технічних умовах на продукцію або змін умов виробництва.

У Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності (ЛДУБЖД) функціонують дві науково-дослідні лабораторії: пожежної безпеки [17, 23, 24] та екологічної безпеки [18, 19, 11, 12], які на підставі свідцтва про відповідність системи вимірювань проводять прикладні дослідження з визначення пожежонебезпечних показників речовин і матеріалів, ефективності вогнегасних засобів та дослідження фізико-хімічних властивостей питних та стічних вод, ґрунтів і атмосфери.

У період розширення галузі діяльності дослідних лабораторій ЛДУБЖД до змін у

технічному регулюванні діяльності з оцінювання відповідності до 2018 року розроблені та впроваджені в НДЛ понад галузь атестації більше двадцяти методик-програм проведення випробувань [25, 26]. Зокрема, у 2013: дослідження вогнестійкості несучих металевих конструкцій за умов горіння водню; визначення показників пожежної небезпеки проводів бортових електромереж автомобілів; визначення особливостей зміни мікроструктури мідних провідників внутрішніх електромереж при комплексній дії струму та полум'я. У 2014: гасіння кабельних тунелів порошковими засобами пожежогасіння; дослідження фізико-біологічних властивостей молодих хвойних насаджень з метою визначення їх пожежонебезпеки; дослідження теплофізичних характеристик вимірювача теплового потоку СТП-02; дослідження не несучих будівельних огорожувальних конструкцій з вермикуліто-силікатними плитами підвищеної вогнестійкості за стандартним температурним режимом; дослідження теплофізичних характеристик РВ-12 та НРТ-5; визначення температурних параметрів підкостюмного простору пожежного залежно від умов та фізичного навантаження; визначення температури займання хвої сосни звичайної методом термографії. У 2015: визначення вогнегасної ефективності водних вогнегасних речовин; дослідження захисного одягу пожежного; визначення корозійної активності водних розчинів вогнегасних речовин; визначення величини теплового випромінювання, що випромінюється із стаціонарної установки на самозаймання матеріалів. У 2016: визначення параметрів небезпечних чинників пожежі (температури, оптичної густини диму) класів «А» і «В» в об'ємі приміщень; дослідження додаткових елементів для покращення властивостей спеціального одягу працівників в холодний період року; визначення показників пожежної небезпеки електротехнічних виробів, їх вузлів та компонентів. У 2017: визначення температурних параметрів підкостюмного простору пожежного в умовах пожежі; поширення полум'я по вертикальних поверхнях у горизонтальному напрямку; визначення межі поширення полум'я кабелів, прокладених у пучках вертикально, та їх випробування. У 2018: дослідження додаткових елементів для покращення властивостей спеціального одягу працівників в холодний період року.

Впровадження зазначених методик відбувалося шляхом атестації із складанням протоколу комісією з представників ДП «Львівстандартметрологія» та лабораторії. Під час атестації ставилася мета визначення

метрологічних характеристик випробувального обладнання, можливості установки відтворювати та підтримувати з необхідною точністю режими випробувань та визнання придатності обладнання до експлуатації.

Щодо поточної діяльності та перспектив розвитку лабораторій ЛДУБЖД, то з огляду на виклики та реалії війни виникають труднощі повноцінного відновлення діяльності та запуску безперебійного лабораторного процесу для виконання державних замовлень, комерційних та міжнародних наукових проектів. Особливо важливим є включення до аналітичної та випробувальної роботи лабораторії науково-педагогічного складу колективу ЛДУБЖД та залучення фінансових проектів, які б перекидали фінансово-матеріальне забезпечення їх утримання.

На сьогодні одним із пріоритетних завдань у сфері забезпечення пожежної безпеки будівель і споруд є впровадження в Україні європейської пожежно-технічної класифікації будівельних виробів щодо реакції на вогонь, згідно з ДСТУ EN 13501-1:2016 Пожежна класифікація будівельних виробів і будівельних конструкцій. Частина 1. Класифікація за результатами випробувань щодо реакції на вогонь № 13501-1:2007+A 1:2009, ІДТ). Для проведення випробувань щодо реакції на вогонь стандарт передбачає таке випробувальне обладнання [26]. В ізоперіболічному калориметрі для озрахунку теплотворної здатності зразка використовується температурна різниця між водяною оболонкою (що має постійну температуру) і посудиною, де розташована калориметрична бомба. Калориметри широко застосовуються у вимірювальній практиці наукових досліджень і промислового аналізу для:

- визначення теплоти утворення і релаксації дефектів, фазових перетворень в твердому і рідкому станах, внутрішнього тертя, радіоактивного розпаду;

- вимірювання теплоти реакції згоряння, відновлення і утворення комплексів, визначення констант рівноваги;

- вивчення взаємодії газ-тверда речовина, рідина-тверда речовина; вимірювання теплоти гідратації, розчинення, адсорбції;

- вимірювання значень теплоємності і температуропровідності;

- дослідження термогенези мікроорганізмів, теплообміну окремих органів та організмів.

До найбільш поширених калориметричних вимірювань належать вимірювання питомої теплоємності, тобто кількості теплоти, якою одиниця маси (або об'єму) речовини обмінюється

з навколишнім середовищем (НС) при зміні температури.

Незважаючи на вражаючу кількість досліджень [27-33], проведених на сьогоднішній день, можна очікувати, що в найближчі роки буде проведено ще значна кількість досліджень щодо застосування конічних калориметрів. Це інструмент, який уже довів свою корисність у промисловості, випробувальних лабораторіях і у дослідників, але майже немає результатів досліджень в екологічній сфері, що стосується потенційного використання [34]. З випуском ISO стандарту ISO 5660 інтерес до тестування та розробки програм значно зростає, особливо в країнах, у яких чинні стандарти ISO. Деякі важливі тенденції, які очікуються на найближчі роки, включають:

- Збільшення використання у розробці полімерів, переймаючи частину наявної ролі обладнання для термічного аналізу (TGA, DSC тощо).

- Впровадження в будівельні норми та інші нормативні акти для різних застосувань, де вимоги краще задовольнятимуть підхід швидкості виділення тепла (HRR) (доповнений, де необхідно, численними іншими даними, які регулярно доступні, з випробування конусним калориметром). У багатьох випадках призначені на даний момент тести мають набагато більший масштаб і є дорожчими для виконання; таким чином можна побачити економію коштів, на додаток до покращеної достовірності вимірювань.

- Збільшення кількості типів продуктів, для яких стають доступними прогнози кореляції або алгоритми в стендовому/повному масштабі.

- Підвищений інтерес до даних кінцевого калориметра з боку інженерів протипожежного захисту, оскільки моделі пожеж стають всеосяжнішими, успішнішими та ширше використовуються. Дані калориметра будуть необхідні для більшості з них як частина вхідних даних.

- Збільшення використання стандартних форматів даних, за яким надаватимуть свої дані як у формі традиційного друкованого звіту, так і у цифровій формі з їхніми даними. Це дозволить легко порівнювати на комп'ютері свої поточні дані з іншими даними, а також з будь-якими базами даних, наданими громадськими дослідницькими організаціями.

Однак моделі запалювання та згоряння рідко перевірялися в умовах збіднення палива, і для успішної розробки підмоделі також бракує фундаментального розуміння раннього процесу зростання ядра полум'я. У цьому дослідженні розробляється система чисельного моделювання,

яка використовується для дослідження раннього зростання ядер полум'я в сумішах метан/повітря [35]. Існуючі похибки при порівнянні з калориметрією споживання кисню є більш відповідними, ніж при застосуванні теорії термохімії при розрахунку швидкості виділення тепла деяких сумішей [36].

Результати випробувань, отримані за допомогою установки з визначення теплоти згоряння та установки для випробувань на негорючість, дають змогу класифікувати будівельні матеріали відповідно до реакції на вогонь за класами A1 та A2 [37]. Однак, результати, отримані від двох акредитованих лабораторій [38, 39], які регулярно проводять випробування на вогнестійкість ASTM E108, показали серйозні розбіжності. Джерело проблеми було визначено як помилки в стандарті ASTM E108 для калібрування приладу для випробування вогнем. Стандарт вимагає, щоб калібрування досягало трьох критеріїв — двох кількісних і одного якісного. Кількісні критерії це: вимірювання швидкості вітру на поверхні калібрувального дека та вимірювання температури полум'я на передній кромці. Якісний критерій – це специфікація необхідної форми полум'я над поверхнею калібрувального дека, яка визначається спостереженням, а не вимірюванням [40].

Обговорення результатів досліджень (Discussion). Зважаючи на спричинене війною згасання діяльності певних секторів економіки, які потребували лабораторного супроводу, знизилася кількість [41] виконання поточних замовлень щодо оцінки пожежної безпеки речовин і матеріалів. Але залишається незалученим зорієнтований на перспективну співпрацю резерв замовників у сфері екологічних досліджень, екотоксикологічних випробувань, вивчення проблем резистентності шкочинних об'єктів у об'єктах поводження з твердими побутовими відходами та відходами гірничодобувної промисловості [42, 43]. Безумовно, першочерговим буде виконання завдань в рамках вирішення оперативних та стратегічних питань забезпечення екологічної безпеки. Отримані напрацювання щодо ризик-орієнтованого менеджменту в проведенні моніторингових заходів судово-експертних структур, в т.ч. міжнародних, стосовно визначення екологічних збитків, масштабів агропродовольчої кризи та негативних санітарно-епідеміологічних наслідків. Завданням наукових, дослідницьких установ є зробити внесок у подолання післявоєнної кризи та відновлення безпеки економіки й екології нашої Батьківщини.

Задля сприяння в організації етапу польових випробувань у поточному році кафедра екологічної безпеки виборола грант на виконання наукового дослідження у Вільнюському технічному університеті ім. Гедимінаса в рамках конкурсу спільних українсько-литовських науково-дослідних проєктів для реалізації у 2022-2023 рр. Назва проєкту "Природозберігаюча технологія очищення стічних вод екологічно чистими модифікованими природними сорбентами від азоту, фосфору та поверхнево-активних речовин". Партнером проєкту є кафедра охорони навколишнього середовища і водного господарства, Інституту охорони навколишнього середовища Вільнюського технічного університету імені Гедимінаса, в особі доктора технічних наук Аушри Мажейкене та аспірант кафедри охорони навколишнього середовища та водного господарства факультету інженерної екології Юліти Шарко. Це та модель науково-технічної інтеграції дослідницької лабораторії та наукового потенціалу профільних кафедр, яка приведе до успіху та конкурентоспроможного розвитку [44, 45].

Відповідальному виконанню випробувань сприятиме належний статус акредитації за ДСТУ EN ISO/IEC 17025 та розширення сфери діяльності лабораторії за актуальними методиками екологічного моніторингу, відповідно до завдань актуалізованих наслідками військових дій.

Висновки. Складовими сучасного стану проблематики вимірювань та випробувань у дослідних лабораторіях є: дерегулятивні зміни законодавства України щодо контрольно-наглядових функцій державних органів; відсутність артикуляції у практичному застосуванні нормативно-правових змін на винятковості вимог безпеки; відставання прийняття Технічних регламентів та відповідних національних стандартів, а ще більше – відставання дослідно-випробувальної лабораторної бази в Україні; повільне засвоєння виробничо-підприємницьким середовищем відповідальності за якість продукції.

Враховуючи вищезазначене, створені призначені органи з оцінки відповідності вимагають організації власної або доступу до спеціалізованої випробувальної бази для реалізації випробувань продукції у сфері пожежної безпеки, зокрема будівельної продукції, з широким регіональним представництвом.

Таким чином, новою реалією діяльності ДВЛ є їх акредитація, а основними технічними питаннями є визначення найбільш ефективних та затребуваних суспільством методів випробування

продукції та цільова закупівля обладнання для їх реалізації.

Реформи діяльності НДЛ ЛДУБЖД – неминучий крок до збереження колективу та науково-технічного потенціалу, закумуляованого за 15 років існування лабораторії. Воєнні події сьогодення змусили переглянути усталений уклад нашого життя, нашої професійної діяльності, нашого подальшого розвитку, і вже переосмислений світогляд потребує змін та адаптації до нових реалій. Безумовна сутність нового курсу діяльності НДЛ ЛДУБЖД – в консолідації зусиль щодо моніторингових оцінок екологічних загроз та техногенних ризиків, як невід'ємної компоненти національної безпеки.

Список літератури:

1. Про технічні регламенти та оцінку відповідності : Закон України від 20.02.2015 р. Офіційний вісник України 2015. № 12, С. 15, стаття 306, код акта 75683/2015.

2. Рудик Ю., Куць В. Ризики енергетичної безпеки в умовах впровадження в Україні оцінювання відповідності. *Współczesne problemy bezpieczeństwa państwa* : red. Olga Wasiuta, Przemysław Mazur. Stalowa Wola, 2017. S. 313–335.

3. Про визначення сфер діяльності, в яких центральні органи виконавчої влади та Служба безпеки України здійснюють функції технічного регулювання : Постанова Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2015 р. № 1057. Офіційний вісник України. 2015. №102, С. 76, стаття 3519, код акта 80001/2015.

4. Про надання будівельної продукції на ринку : Закон України від 31.12.2015 р. Офіційний вісник України. 2015. №102, С. 76, стаття 3519, код акта 80001/2015.

5. Regulation (EU) № 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC. OJ L 88, 04.04.2011.

6. Про затвердження переліку категорій будівельної продукції : Постанова Кабінету Міністрів України від 28.04.2021 р. № 426. Офіційний вісник України. 2021. № 37, С. 127, стаття 2216, код акта 104704/2021.

7. ДСТУ ISO 10012:2005 Системи керування вимірюванням. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання. Чинний від 2007-01-01. Держспоживстандарт України, 2005.

8. ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій. Чинний від 2021-01-01. ДП УкрНДНЦ, 2019.

9. ДСТУ 2681-94. Метрологія. Терміни та визначення. Чинний від 1996-01-01. Київ : Держстандарт України, 1994. 68 с.
10. International vocabulary of metrology: Basic and general concepts and associated terms (VIM3). JCGM 200:2012 (E/F). 91 p.
11. Evolving Needs for Metrology in Trade, Industry and Society and the Role of the BIPM: A report prepared by the CIPM for the governments of the Member States of the Metric Convention. - Intergovernmental Organization of the Metric Convention, 2007. 148 p.
12. Володарський Є. Т., Кошева Л. О. Понятійно-термінологічні аспекти сучасної метрології. Український метрологічний журнал. 2012. № 1. С. 3-10.
13. Рудик Ю.І., Шуцькін В.М. Визначення обсягу горючого матеріалу кабельних виробів при випробуванні за показниками пожежної безпеки. Пожежна безпека. Львів, 2019. № 34. С. 78-83.
14. Про акредитацію органів з оцінки відповідності : Закон України від 29.06.2001 р. Офіційний вісник України. 2001. № 24, С. 9, стаття 1056, код акта 19092/2001.
15. ДСТУ EN ISO/IEC 17020:2019 Оцінка відповідності. Вимоги до роботи різних типів органів з інспектування. Чинний від 2021-01-01. ДП УкрНДНЦ.
16. Босак П. В., Попович В. В. Екологічна небезпека підтериконових стічних вод Нововолинського гірничопромислового району EcoLab. Том 1 : монографія. Львів, 2022. 166 с.
17. Popovych, V., Henyk, Y., Garalo, A., Bosak, P., & Popovych, N. (2022). Specific Activity of Radionuclides in Soils Disturbed by Forest Fires. *Journal of Ecological Engineering*, 23(6), 265--270.
18. Концур А. З. Сиса Л.В., Рудик Ю.І., Кирилів Я.Б. Вплив мікрохвильового опромінення на процес сорбції іонів цинку бентонітом із концентрованих водних розчинів. Екологічна безпека. 2018. Вип. 1. С. 38-45. DOI: 10.30929/2073-5057.2018.1.38-45
19. Bondarenko I.V., Anischenko L.Y., Rudyk Y.I. Substantiation for enhancement of environmental safety of waste management systems through forecasting efficiency of specialized equipment *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. Львів, 2017. 2 (16) С.119-128.
20. Babrauskas V., *Fire Science Applications to Fire Investigations*, Interscience Communications Ltd, London, 2014.
21. Kloos, M. and Peschke, J. Improved modelling and assessment of the performance of firefighting means in the frame of a fire PSA. *Science and Technology of Nuclear Installations*, 2015.
22. Babrauskas V. Cone calorimeter - a versatile bench-scale tool for the evaluation of fire properties. *New Technology to Reduce Fire Losses and Costs*. October 2-3, 1986. Grayson, S. J. and Smith, D. A., Editor. Luxembourg, Elsevier Applied Science Publishers, NY, 78-86 pp., 1986.
23. Richard D. Peacock, Sanford Davis, and Vytenis Babrauskas Data for Room Fire Model Comparisons *J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol.* 96, 411-462 (1991)
24. Babrauskas V. Ten years of heat release research with the cone calorimeter. *Tsukuba Building Test Laboratory, Center for Better Living. Japan Symposium on Heat Release and Fire Hazard, First (1st) Proceedings. Session 3. Scope for Next-Generation Fire Safety Testing Technology*. May 10-11, 1993, Tsukuba, Japan, III/1-8 pp, 1993.
25. V. Babrauskas and S. J. Grayson, eds., *Heat Release in Fires*, Interscience Communications Ltd, London (1992; reprinted 2009). xii, 623p.
26. Vytenis Babrauskas (1997) The Role of Heat Release Rate in Describing Fires *Fire & Arson Investigator Magazine* 54-57 (ISSN: I 059-7298)
27. Babrauskas V. Some Neglected Areas in Fire Safety Engineering. *Fire Science and Technology*. 32. 35-48. DOI: <https://doi.org/201310.3210/fst.32.35> .
28. Q. Huang, S. Lu, X. Liu, K. Zheng, D. Xu, C. Liu, (2021) Experimental thermal hazard investigation on carbonate electrolytes using a cone calorimeter, *Case Studies in Thermal Engineering*, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.csite.2021.100912>.
29. Choi, J. H., Chae, S. U., Hwang, E. H., & Choi, D. M. (2022). Fire propagation characteristics and fire risks of polyurethanes: Effects of material type (foam & board) and added flame retardant. *Fire*, 5(4) DOI: <https://doi.org/10.3390/fire5040105>.
30. Terrei, L., et al.(2022). Experimental study of spruce wood reaction to fire in single burning item test. *Journal of Fire Sciences*, 40(4), 293-310. DOI: <https://doi.org/10.1177/07349041221089829>
31. Hossain, M. D., et al. (2022). Testing of aluminium composite panels in a cone calorimeter: A new specimen preparation method. *Polymer Testing*, 106 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2021.107454>
32. Ohalele, H. U., Fulton, M., Torvi, D. A., Noble, S. D., & Batcheller, J. C. (2022). Comparison of techniques for prediction of mechanical strength of firefighters' protective clothing using near-infrared spectral data. *Fire Technology*, 58(1), 591-613. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10694-021-01161-7>
33. DiDomizio, M. J., Ibrahimli, V., & Weckman, E. J. (2021). Testing of liquids with the cone calorimeter. *Fire Safety Journal*, 126 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2021.103449>
34. Kaczorek-Chrobak, K., Fangrat, J., & Papis, B. K. (2021). Calorimetric behaviour of electric cables.

Energies, 14(4) DOI:

<https://doi.org/10.3390/en14041007>

35. Микийчук М. М. Метрологічне забезпечення якості продукції на етапі виготовлення : монографія. Чернівці, 2014. 265 с.

36. Joohan Kim, Riccardo Scarcelli, Sayan Biswas, Isaac Ekoto, Numerical and experimental investigation of the flame kernel growth in a methane/air mixture near the lean flammability limit, *Combustion and Flame*, Volume 247, 2023, 112463, doi.org/10.1016/j.combustflame.2022.112463.

37. Гичпан В. М., Петровський В. Л., Рудик Ю. І. Стандартизація випробувань характеристик світлодіодних модулів. *Пожежна безпека*. Львів, 2016. № 28 С. 29-35.

38. Рудик Ю. І. Вимірювання експлуатаційних параметрів безпеки електроінсталяцій. *Вісник Національного технічного університету ХПІ. Серія : Нові рішення в сучасних*. Харків, 2010. № 46. С. 166-170.

39. Рудик Ю.І., Журавель О.А. Вибір інтервалу часу між вимірюванням параметрів електропроводки для підвищення їх пожежної безпеки. *Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія «Електротехніка і енергетика»*, 9(158). Донецьк, 2009. С.207-210.

40. Рудик Ю.І. Вимірювання опору електропроводок як метод визначення їх пожежної небезпеки. *Методи та прилади контролю якості*. №23. Івано-Франківськ, 2009. С.133-137.

41. Prochazkova D., Prochazka J. Affiliation of Optimum Risk Engineering Tools to Technical Facility Management Main Targets Achievement. *International Journal of Economics and Management Systems* Volume 5, 2020. 233-244. URL: <http://www.iasas.org/iasas/journals/ijems>.

42. Tatsii, R. M., Pazen O. Yu, Vovk S. Ya. Modeling of the heat transfer process taking into account bursting expansion of fire-retardant coating. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu* 2020, no. 1: 36-40, DOI: 10.33271/nvngu/2020-1/036.

43. Стадник, Б., Яцишин, С., Луцик, Я., Бубела, Т., Фрьоліх, Т. Термоелектричне матеріалознавство і нанотехнології. *Практика та теорія. Вимірювальна техніка та метрологія*. 80(2), Львів, 2019. 30-40.

44. Марич В.М., Пастухов П.В., Рудик Ю.І. Методи випробувань для визначення параметрів пожежної безпеки матеріалів: Актуальні проблеми пожежної безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям в умовах сьогодення: зб. наук. праць Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. Львів, 2022. С. 88-92.

45. Сиса Л. В., Степова К. В., Конанець Р.М. Нелінійне моделювання сорбції іонів Феруму

бентонітом в рамках теоретичних моделей. *Фізика і хімія твердого тіла*. 2022. Т. 23. № 2. С. 270-276.

References:

1. On technical regulations and conformity assessment: Law of Ukraine dated February 20, 2015. *Official Gazette of Ukraine* 2015. No. 12, p. 15, article 306, act code 75683/2015.

2. Rudyk Yu., Kuts V. Risks of energy security in the conditions of implementation of conformity assessment in Ukraine. *Współczesne problemy szczytów państwa* : ed. Olga Wasiuta, Przemysław Mazur. Stalowa Wola, 2017. S. 313–335.

3. On defining the spheres of activity in which the central bodies of executive power and the Security Service of Ukraine perform technical regulation functions: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated December 16, 2015 No. 1057. *Official Gazette of Ukraine*. 2015. No. 102, p. 76, article 3519, act code 80001/2015.

4. On providing construction products on the market: Law of Ukraine dated 12.31.2015. *Official Gazette of Ukraine*. 2015. No. 102, p. 76, article 3519, act code 80001/2015.

5. Regulation (EU) No. 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 laying down harmonized conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC. – OJ L 88, 04.04.2011.

6. On approval of the list of categories of construction products: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 04/28/2021 No. 426. *Official Gazette of Ukraine*. 2021. No. 37, p. 127, article 2216, act code 104704/2021.

7. DSTU ISO 10012:2005 Measurement management systems. Requirements for measuring processes and measuring equipment. Valid from 2007-01-01. *State Consumer Standard of Ukraine*, 2005.

8. DSTU EN ISO/IEC 17025:2019 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. Valid from 2021-01-01. *SE UkrNDNC*, 2019.

9. DSTU 2681-94. Metrology. Terms and definitions. Effective from 1996-01-01. *Kyiv: Derzhstandard of Ukraine*, 1994. 68 p.

10. International vocabulary of metrology: Basic and general concepts and associated terms (VIM3). *JCGM 200:2012 (E/F)*. 91

11. Evolving Needs for Metrology in Trade, Industry and Society and the Role of the BIPM: A report prepared by the CIPM for the governments of the Member States of the Metric Convention. - *Intergovernmental Organization of the Metric Convention*, 2007. 148 p.

12. Volodarskyi Y. T., Kosheva L. O. Conceptual and terminological aspects of modern metrology. *Ukrainian Metrological Journal*. 2012. No. 1. P. 3-10.

13. Rudyk Y.I., Shunkin V.M. Determining the amount of combustible material of cable products during testing according to fire safety indicators. *Fire Security*. Lviv, 2019. No. 34. P. 78-83.
14. On accreditation of conformity assessment bodies: Law of Ukraine dated June 29, 2001. *Official Gazette of Ukraine*. 2001. No. 24, C. 9, Article 1056, act code 19092/2001.
15. DSTU EN ISO/IEC 17020:2019 Assessment of conformity. Requirements for the work of various types of inspection bodies. Valid from 2021–01–01. SE UkrNDNC.
16. Bosak P.V., Popovych V.V. Ecological hazard of subtericone wastewater of the Novovolinsky mining and industrial district EcoLab. Volume 1: monograph. Lviv, 2022. 166 p.
17. Popovych, V., Henyk, Y., Gapalo, A., Bosak, P., & Popovych, N. (2022). Specific Activity of Radionuclides in Soils Disturbed by Forest Fires. *Journal of Ecological Engineering*, 23(6), 265--270.
18. Kontsur A.Z. Sisa L.V., Rudyk Y.I., Kyryliv Y.B. The effect of microwave irradiation on the process of sorption of zinc ions by bentonite from concentrated aqueous solutions. *Ecological safety*. 2018. Issue 1. P. 38-45. DOI: 10.30929/2073-5057.2018.1.38-45
19. Bondarenko I.V., Anischenko L.Y., Rudyk Y.I. Substantiation for enhancement of environmental safety of waste management systems through forecasting efficiency of specialized equipment *Bulletin of Lviv State University of Life Safety*. Lviv, 2017. 2 (16) P.119-128.
20. Babrauskas V., *Fire Science Applications to Fire Investigations*, Interscience Communications Ltd, London, 2014.
21. Kloos, M. and Peschke, J. Improved modeling and assessment of the performance of firefighting means in the frame of a fire PSA. *Science and Technology of Nuclear Installations*, 2015.
22. Babrauskas V. Cone calorimeter - a versatile bench-scale tool for the evaluation of fire properties. *New Technology to Reduce Fire Losses and Costs*. October 2-3, 1986. Grayson, S. J. and Smith, D. A., Editor. Luxembourg, Elsevier Applied Science Publishers, NY, pp. 78-86, 1986.
23. Richard D. Peacock, Sanford Davis, and Vytenis Babrauskas *Data for Room Fire Model Comparisons* *J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol.* 96, 411-462 (1991)
24. Babrauskas V. Ten years of heat release research with the cone calorimeter. *Tsukuba Building Test Laboratory, Center for Better Living. Japan Symposium on Heat Release and Fire Hazard, First (1st) Proceedings. Session 3. Scope for Next-Generation Fire Safety Testing Technology*. May 10-11, 1993, Tsukuba, Japan, III/1-8 pp, 1993.
25. V. Babrauskas and S. J. Grayson, eds., *Heat Release in Fires*, Interscience Communications Ltd, London (1992; reprinted 2009). xii, 623 p.
26. Vytenis Babrauskas (1997) *The Role of Heat Release Rate in Describing Fires* *Fire & Arson Investigator Magazine* 54-57 (ISSN: I 059-7298)
27. Babrauskas V. Some Neglected Areas in Fire Safety Engineering. *Fire Science and Technology*. 32. 35-48. DOI: <https://doi.org/201310.3210/fst.32.35> .
28. Q. Huang, S. Lu, X. Liu, K. Zheng, D. Xu, C. Liu, (2021) Experimental thermal hazard investigation on carbonate electrolytes using a cone calorimeter, *Case Studies in Thermal Engineering*, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.csite.2021.100912>.
29. Choi, J.H., Chae, S.U., Hwang, E.H., & Choi, D.M. (2022). Fire propagation characteristics and fire risks of polyurethanes: Effects of material type (foam & board) and added flame retardant. *Fire*, 5(4) DOI: <https://doi.org/10.3390/fire5040105>.
30. Terrei, L., et al. (2022). Experimental study of spruce wood reaction to fire in single burning item test. *Journal of Fire Sciences*, 40(4), 293-310. DOI: <https://doi.org/10.1177/07349041221089829>
31. Hossain, MD, et al. (2022). Testing of aluminum composite panels in a cone calorimeter: A new specimen preparation method. *Polymer Testing*, 106 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2021.107454>
32. Ohalele, H. U., Fulton, M., Torvi, D. A., Noble, S. D., & Batcheller, J. C. (2022). Comparison of techniques for prediction of mechanical strength of firefighters' protective clothing using near-infrared spectral data. *Fire Technology*, 58(1), 591-613. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10694-021-01161-7>
33. DiDomizio, M. J., Ibrahimli, V., & Weckman, E. J. (2021). Testing of liquids with the cone calorimeter. *Fire Safety Journal*, 126 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2021.103449>
34. Kaczorek-Chrobak, K., Fangrat, J., & Papis, B. K. (2021). Calorimetric behavior of electric cables. *Energies*, 14(4) DOI: <https://doi.org/10.3390/en14041007>
35. Mykiychuk M. M. Metrological quality assurance of products at the manufacturing stage: monograph. Chernivtsi, 2014. 265 p.
36. Joohan Kim, Riccardo Scarcelli, Sayan Biswas, Isaac Ekoto, Numerical and experimental investigation of the flame kernel growth in a methane/air mixture near the lean flammability limit, *Combustion and Flame*, Volume 247, 2023, 112463, doi.org/10.1016/j.combustflame.2022.112463.
37. Hychpan V. M., Petrovskiy V. L., Rudyk Yu. I. Standardization of tests of the characteristics of LED modules. *Fire Security*. Lviv, 2016. No. 28, pp. 29-35.
38. Rudyk Yu. I. Measurement of operational safety parameters of electrical installations. *Bulletin of the KhPI National Technical University*. Series: New

solutions in modern. Kharkiv, 2010. No. 46. P. 166-170.

39. Rudyk Y.I., Zhuravel O.A. Selection of the time interval between the measurement of electrical wiring parameters to increase their fire safety. Scientific works of the Donetsk National Technical University. Series "Electrical engineering and energy", 9(158). Donetsk, 2009. P.207-210.

40. Rudyk Y.I. Measuring the resistance of electrical wiring as a method of determining their fire hazard. Quality control methods and devices. No. 23. Ivano-Frankivsk, 2009. P.133-137.

41. Prochazkova D., Prochazka J. Affiliation of Optimum Risk Engineering Tools to Technical Facility Management Main Targets Achievement. International Journal of Economics and Management Systems Volume 5, 2020. 233-244. URL: <http://www.iasas.org/iasas/journals/ijems>.

42. Tatsii, R.M., Pazen O. Yu, Vovk S. Ya. Modeling of the heat transfer process taking into account bursting expansion of fire-retardant coating.

Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu 2020, no. 1: 36-40, DOI: 10.33271/nvngu/2020-1/036.

43. Stadnyk, B., Yatsyshyn, S., Lutsik, Ya., Bubela, T., Frölich, T. Thermoelectric materials science and nanotechnology. Practice and theory. Measuring technique and metrology. 80(2), Lviv, 2019. 30-40.

44. Marych V.M., Pastukhov P.V., Rudyk Yu.I. Test methods for determining fire safety parameters of materials: Actual problems of fire safety and prevention of emergency situations int oday's conditions: coll. of science Proceedings of the All-Ukrainian scientific and practical conference with international participation. Lviv, 2022. C. 88-92.

45. Sisa L.V., Stepova K.V., Konanets R.M. Nonlinear modeling of sorption of Ferrum ions by bentonite within the framework of theoretical models. Solid state physics and chemistry. 2022. Vol. 23. No. 2. P. 270-276.

© О. І. Бедратюк, С. О. Ємельяненко, В. М. Марич,
В. Л. Петровський, Ю. І. Рудик, 2022.

Оглядова.

Надійшла до редакції 28.11.2022.

Прийнято до публікації 12.12.2022.