

ВІДГУК

опонента доктора технічних наук, професора
НІЖНИКА Вадима Васильовича
на докторську дисертацію **Ковальова Андрія Івановича**
«Розвиток наукових основ оцінювання вогнестійкості
вогнезахищених залізобетонних будівельних конструкцій»,
підготовлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека

Ступінь актуальності обраної теми.

В умовах глобалізації та збільшення загроз для людини перше місце відіграє саме збереження стійкості будівель та споруд в умовах пожеж, а також збереження їх функціонального призначення після таких впливів. Згідно з статистичними даними за останні десять років встановлено, що кожного року в середньому виникало 80 тисяч пожеж, при цьому кількість пожеж в будівлях та спорудах різного функціонального призначення складала 30 тис. (40% від загальної кількості). А кількість зруйнованих чи пошкоджених будівель і споруд становила близько 25 тисяч (83% від кількості пожеж в будівлях). Кожен рік в середньому унаслідок пожеж гинуло 1800 та травмувалося 1500 людей. Така негативна статистика вказує на те, що одним з факторів, на якому ґрунтується пожежна безпека під час проектування, будівництва та експлуатації будівель та споруд різного функціонального призначення є забезпечення вогнестійкості будівельних конструкцій. Вимоги стійкості будівель та споруд забезпечуються комплексом заходів, що передбачаються як технологією виконання будівельних конструкцій, так і застосуванням вогнезахисних покриттів. Одним із шляхів підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій є застосування ефективних вогнезахисних покриттів із обґрунтованими параметрами для забезпечення необхідного рівня вогнестійкості, що сприятиме підвищенню пожежної безпеки будівель та споруд.

Дослідженнями щодо експериментального та розрахункового оцінювання вогнестійкості вогнезахищених залізобетонних будівельних конструкцій шляхом застосування вогнезахисних покриттів займалися такі вчені: А.С. Беліков, М.М. Гивлюд, О.І. Голоднов, В.М. Жартовський, С.В. Жартовський, О.О. Кіреєв, П.Г. Круковський, С.В. Поздєєв, В.М. Ройтман, М.М. Семерак, М.Г. Сур'янінов, С.Л. Фомін, Т.М. Шналь, Çirpici, В. К., Lucherini, A., De Silva D., Imran, M., J. Jiang, Li G.-Q., O. Pettersson, Q. Xu, L.J. Segerlind, Y.C. Wang. При цьому поза увагою залишилися питання обґрунтування найбільш значущих чинників впливу вогнезахисних властивостей покриттів як підґрунтя для розвитку наукових основ підвищення рівня забезпечення пожежної безпеки об'єктів (в частині забезпечення достатнього рівня вогнестійкості конструкцій) шляхом застосування вогнезахисних покриттів з обґрунтованими параметрами та умовами експлуатації при проектуванні та будівництві нових об'єктів.

Пошукам шляхів забезпечення ефективності вогнезахисних покриттів для залізобетонних конструкцій при впливі найбільш значущих параметрів та умов експлуатації вогнезахисних покриттів були присвячені дослідження, які висвітлені в роботах: В.А. Андропова, Л.М. Вахітової, Ю.М. Данченко, В.М. Жартовського, В.В. Коваленка, П.Г. Круковського, Т.А. Кузнецова, С.В. Новака, Ю.А. Отроша, С.В. Поздєєва, М.М. Семерака, О.П. Якименко, J. K. Paik, G. Richard, L. Zárate, Q.Q. Zhang. У згаданих роботах основна увага приділялась в основному питанням підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій, у той час, як питання щодо обґрунтування параметрів вогнезахисних покриттів вогнезахисних будівельних конструкцій після впливу на них найбільш значущих чинників задля забезпечення вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних будівельних конструкцій, досліджувались в меншій мірі або взагалі не розглядались.

Отже, стан порушеного питання характеризується протиріччями:

на практиці:

а) з одного боку існує велика кількість розрахункових та експериментальних методів оцінювання вогнестійкості залізобетонних будівельних конструкцій;

б) з іншого боку, відсутні дані щодо найбільш значущих чинників, що дозволяють розробити розрахунково-експериментальні методи оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних будівельних конструкцій з науково обґрунтованими параметрами вогнезахисних покриттів;

в теорії:

а) з одного боку, наявне підґрунтя щодо розкриття впливу різних чинників на забезпечення вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних будівельних конструкцій об'єктів під час проєктування, будівництва та експлуатації будівель і споруд;

б) з іншого боку, відсутні науково обґрунтовані підходи щодо комплексного врахування найбільш значущих чинників впливу вогнезахисних властивостей покриттів в системі «будівельна конструкція–вогнезахисне покриття» для подальшого використання в розрахунково-експериментальних методах оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних будівельних конструкцій.

Наведені протиріччя вказують на актуальність вирішення наукової проблеми у сфері пожежної безпеки, що полягає в недосконалості методів оцінювання вогнестійкості будівельних конструкцій, шляхом розробки і реалізації розрахунково-експериментального методу оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних будівельних конструкцій з обґрунтованими параметрами та умовами експлуатації вогнезахисних покриттів.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у докторській дисертації підтверджено коректністю математичної постановки задач, обґрунтованістю теоретичних припущень, строгістю математичних викладок, надійністю та коректністю використання

методів розв'язання задач, вирішення поставлених завдань з використанням результатів експериментальних досліджень та необхідним об'ємом експериментального матеріалу, отриманого з використанням метрологічно атестованого обладнання та повірених засобів вимірювання; використанням під час теоретичних досліджень загальноновизнаних принципів та припущень теорії теплообміну, фундаментальних закономірностей будівельної механіки, методів розрахунку будівельних конструкцій з використанням сучасних розрахункових комплексів МСЕ; використанням апробованих чисельних методів інтегрування математичних моделей теплообміну і розв'язання обернених задач теплопровідності; співставленням отриманих даних з експериментальними результатами як власними, так і інших дослідників, зокрема закордонних, даними чисельного моделювання роботи конструкцій, а також статистичною обробкою отриманих результатів; задовільним збігом розрахункових та експериментальних температур в випробуваних вогнезахисних залізобетонних конструкціях; верифікацією та валідацією побудованих комп'ютерних моделей.

Наукова новизна одержаних результатів досліджень полягає у розвитку наукових основ оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних будівельних конструкцій, будівель та споруд при сумісному високотемпературному та силовому впливах, які враховують особливості впливу товщини вогнезахисного покриття, теплофізичних характеристик залізобетонних конструкцій та вогнезахисного покриття, механічних властивостей будівельної конструкції, режиму пожежі, кліматичних факторів на ефективність процесу оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних будівельних конструкцій. При цьому, *вперше*:

1. Розроблено математичну модель для оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних конструкцій, яка дозволяє враховувати теплофізичні характеристики залізобетонних конструкцій та вогнезахисних покриттів, особливості режимів пожежі, механічні властивості матеріалів за високих температур, нелінійність законів деформування матеріалів конструкції та оцінювати вогнестійкість вогнезахисних залізобетонних конструкцій у граничних станах за ознакою втрати несучої та/або теплоізолювальної здатності.

2. Розроблено розрахунково-експериментальний метод оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних конструкцій на основі використання експериментальних та розрахункових процедур, який відрізняється від наявних ідентифікацією теплофізичних характеристик моделі на основі розв'язання обернених задач теплопровідності за даними випробувань на вогнестійкість, визначенням мінімальної товщини вогнезахисного покриття за результатами випробувань на вогнестійкість вогнезахисних залізобетонних конструкцій за різних умов випробувань та значеннях чинників впливу.

3. Розроблено методологічну базу для оцінювання вогнестійкості будівель із вогнезахисних залізобетонних будівельних конструкцій шляхом побудови моделей теплового та напружено-деформованого стану будівлі, що відрізняються від тих, що існують, врахуванням наявності та властивостей вогнезахисних покриттів, високотемпературних, силових та кліматичних впливів, сумісної роботи будівельних конструкцій всієї будівлі та дозволяють оцінити вогнестійкість вогнезахисних залізобетонних будівельних конструкцій, конструктивної системи чи її частини та рівень пожежної безпеки об'єкта в частині забезпечення вогнестійкості і прийняти ефективні рішення щодо підвищення вогнестійкості конструкцій.

удосконалено:

4. Експериментальні та методичні підходи щодо оцінювання вогнестійкості та підвищення рівня забезпечення пожежної безпеки об'єктів, що відрізняються застосуванням розробленого розрахунково-експериментального методу оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних конструкцій в частині додаткового врахування найбільш значущих параметрів впливу вогнезахисних властивостей покриттів в системі «будівельна конструкція–вогнезахисне покриття».

набули подальшого розвитку:

5. Уявлення про засади забезпечення рівня пожежної безпеки будівель та споруд різного призначення із залізобетонних несучих будівельних конструкцій у частині обґрунтування необхідності оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних будівельних конструкцій при різних режимах пожежі та інших впливах з урахуванням специфіки завдань забезпечення рівня пожежної безпеки об'єктів.

Загальнонаціональне значення отриманих результатів.

Розроблено методологічну базу для оцінювання вогнестійкості будівель із вогнезахисних залізобетонних будівельних конструкцій. Розроблені комп'ютерні моделі теплового та напружено-деформованого стану будівлі, які дозволяють враховувати наявність та властивості вогнезахисних покриттів, високотемпературні, силові та кліматичні впливи, сумісну роботу будівельних конструкцій всієї будівлі та дозволяють оцінити вогнестійкість вогнезахисних залізобетонних будівельних конструкцій, конструктивної системи чи її частини та рівень пожежної безпеки об'єкта в частині забезпечення вогнестійкості і прийняти ефективні рішення щодо підвищення вогнестійкості конструкцій.

Результати дисертаційної роботи використані в процесі розроблення та впровадження двох державних стандартів України:

– ДСТУ-Н Б В.1.2-17:2016 «Настанова щодо науково-технічного моніторингу будівель і споруд»;

– ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016 «Проектування сталевих конструкцій. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість» (акт впровадження ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» від 08.04.2019 р. № 100-582).

Отримані практичні результати досліджень забезпечили можливість застосування розробленої методологічної бази для оцінювання вогнестійкості вогнезахищених залізобетонних конструкцій при проектно-конструкторських рішеннях, та можуть бути теоретико-методологічним базисом навчальних дисциплін та використовуватись в науково-дослідній роботі.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості реалізації та впровадженні результатів роботи на об'єктах різного призначення під час їхнього будівництва, розширення, реконструкції, технічного переоснащення, капітального ремонту, зміни функціонального призначення, а також на об'єктах, що експлуатуються при оцінюванні та забезпеченні вогнестійкості вогнезахищених залізобетонних будівельних конструкцій.

Розроблений метод апробований та впроваджений у діяльність ТОВ «ЛПРА САПР» для розрахункового оцінювання вогнестійкості вогнезахищених залізобетонних конструкцій (довідка про впровадження № 49 від 07.03.2023 р.), ГУ ДСНС України в Одеській області (акт впровадження від 19.01.2023 р.) під час оцінювання вогнестійкості вогнезахищених конструкцій на складі продукції ТОВ «Дельта-Вільмар Україна» (м. Южне) та зливо-наливній естакаді ПАТ «Одеснафтопродукт» (м. Одеса), в процесі надання послуг у сфері будівництва ТОВ «ІПВК «Спецзахист» (акт впровадження від 10.01.2023р.), для розрахунку меж вогнестійкості вогнезахищених залізобетонних конструкцій Запорізької, Рівненської, Хмельницької та Південноукраїнської атомних електростанцій, під час проектування будівель та споруд приватним підприємством «ПроектБудСтар» (акт впровадження від 25.11.2022 р.) при будівництві багатоквартирного житлового будинку по вул. Сумгайтській, 15, в місті Черкасах (розрахунок залізобетонних перекриттів та колон на вогнестійкість). Результати роботи використані приватним науково-виробничим підприємством «Прометей-Сервіс» (м. Черкаси), приватним підприємством «ПОЖЗАХИСТ-2020» (м. Хмельницький), страховою компанією «Уніка» (м. Київ) в процесі розроблення проектів проведення робіт з вогнезахисту та оцінювання прийняттого ризику збудованих об'єктів (листи-підтримки).

Теоретичні, технологічні та методологічні положення роботи використані в освітньому процесі кафедри пожежної профілактики в населених пунктах Національного університету цивільного захисту України (акт впровадження від 01.12.2022 р.) для підготовки здобувачів вищої освіти за першим (бакалаврським) та другим (магістерським) рівнями вищої освіти в галузі знань 26 «Цивільна безпека» зі спеціальностей 261 «Пожежна безпека» та 263 «Цивільна безпека» під час викладання навчальних дисциплін «Стійкість будівель та споруд при пожежі» (модуль 4, тема «Розрахунок межі вогнестійкості збірної багатопустотної плити за ознакою втрати несучої спроможності»), «Будівлі і споруди та їх поведінка в умовах пожежі» (модуль 1, тема «Визначення межі вогнестійкості металевих конструктивних елементів»), «Інноваційні інженерно-технічні заходи пожежної безпеки» (модуль 1, тема «Система забезпечення пожежної безпеки об'єктів»). Також результати впроваджено в освітній процес факультету технологій, будівництва

та раціонального природокористування Черкаського державного технологічного університету (акт впровадження від 05.12.2023 р.) для підготовки здобувачів вищої освіти за першим (бакалаврським) та другим (магістерським) рівнями вищої освіти в галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» зі спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» при виконанні курсових і дипломних проєктів, під час викладання лекцій, проведення лабораторних та практичних занять з навчальних дисциплін «Металеві конструкції», «Будівельні конструкції (залізобетонні)», «Залізобетонні та армокам'яні конструкції», «Модернізація, реконструкція та ремонтно-відновлювальні роботи в будівництві», «Випробування та обстеження споруд».

Результати роботи втілено в розробку 6 патентів України на корисну модель щодо способу визначення температури втрати несучої здатності будівельних конструкцій та межі вогнестійкості будівельної конструкції, а також фактичної межі вогнестійкості конструкцій експлуатованих будівель та споруд.

Повнота викладу наукових положень, висновків та рекомендацій в наукових публікаціях, зарахованих за темою докторської дисертації.

Дисертація є закінченим науковим дослідженням. Основні положення й наукові результати дисертації викладено в 66 наукових роботах, з яких: 1 монографія, проіндексована у базі даних Scopus; 2 статті у періодичних виданнях України, включених до категорії «А»; 19 статей у наукових фахових виданнях України, що входять до міжнародних наукометричних баз; 12 статей у наукових фахових виданнях України; 2 статті наукових періодичних виданнях інших держав; 7 статей у закордонних виданнях, проіндексованих у базі даних Scopus; 1 стаття, яка додатково відображає наукові результати дисертації; 6 патентів на корисну модель; 1 авторське свідоцтво на твір; 15 тез доповідей у збірниках матеріалів конференцій.

Кількість та науковий рівень опублікованих наукових праць повністю відповідає вимогам до докторських дисертацій.

У докторській дисертації та наукових працях, які розкривають її результати, відсутні академічний плагіат, фабрикації, фальсифікації.

Оцінка змісту дисертації.

Робота має наукову новизну та практичну цінність, написана грамотно, літературною українською мовою і добре оформлена. Реферат та дисертація оформлені відповідно до встановлених вимог, зміст реферату відповідає змісту дисертації. Матеріал дисертації представлений послідовно, стиль викладу доказовий, чіткий і лаконічний. Висновки до кожного розділу і дисертації в цілому тісно пов'язані з їхнім змістом і відображають суть виконаних досліджень. Публікації автора повністю висвітлюють наукові положення і результати дисертації.

Дисертація складається з анотації, змісту, переліку умовних скорочень, вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків.

Дисертація містить 325 сторінок друкованого тексту (з них 249 сторінок основної частини дисертації), 113 рисунків, 19 таблиць, 265 найменувань використаних джерел, 10 додатків на 41-ій сторінці.

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, мету, об'єкт, предмет та основні завдання дослідження, наукову новизну, наукові положення і практичне значення отриманих результатів. Наведено дані про впровадження та апробацію результатів дослідження.

В першому розділі проаналізований сучасний стан забезпечення пожежної безпеки будівель та споруд різного призначення, на підставі якого встановлено, що забезпечення нормованого значення межі вогнестійкості несучих елементів залізобетонних будівельних конструкцій є важливою і досить складною проблемою, розв'язання якої дозволить на стадії проєктування, будівництва та експлуатації будівель і споруд об'єктів різного призначення застосовувати будівельні конструкції, які здатні забезпечити будівлям чи спорудам стійкість при високотемпературному впливі або при руйнуванні внаслідок порушення нормальних умов функціонування об'єкту.

Проведено аналіз надзвичайних ситуацій та пожеж, в результаті якого встановлено, що велика кількість надзвичайних ситуацій, в тому числі внаслідок пожеж, відбувається через нехтування або неврахування під час проєктування вимог пожежної безпеки щодо вогнестійкості будівельних конструкцій, в тому числі і вогнезахисених. Відтак зроблено висновок, що одним із пріоритетних напрямків забезпечення вогнестійкості будівель та споруд є використання вогнезахисених будівельних конструкцій з використанням вогнезахисних покриттів з обґрунтованими параметрами та умовами експлуатації. Проаналізовані переваги та недоліки методів оцінювання вогнестійкості вогнезахисених залізобетонних конструкцій.

Виконаний аналіз дозволив сформулювати мету та завдання дослідження.

У другому розділі розроблено математичну модель та на її основі розрахунково-експериментальний метод оцінювання вогнестійкості вогнезахисених залізобетонних конструкцій. Розглянуто алгоритм застосування запропонованого методу, надано опис процедур його реалізації. Перевірено працездатність запропонованого методу при виявленні взаємозв'язку між параметрами пасивного вогнезахисного штукатурного покриття та вогнестійкістю вогнезахисеного багатопустотного залізобетонного перекриття. Описано основні складові розрахунково-експериментального методу.

У третьому розділі перевірено достовірність розробленої математичної моделі та розрахунково-експериментального методу оцінювання вогнестійкості вогнезахисених залізобетонних конструкцій використовуючи аналіз чутливості параметрів математичної моделі на вихідний результат та обчислювальний експеримент. Проведено аналіз похибок у вимірюванні температури на точність визначення параметрів вогнезахисного покриття. Досліджено вплив

температурних режимів пожежі на точність методу оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних конструкцій.

У четвертому розділі запропоновано алгоритм та процедуру реалізації розрахунково-експериментального методу оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних конструкцій, що включає тепловий аналіз конструкцій, математичне моделювання конструкцій методом скінчених елементів, визначення зусиль і деформацій в конструкціях, порівняння характеру деформацій реального об'єкту і математичної моделі й подальше уточнення, у разі потреби, характеристик жорсткості матеріалів елементів моделі; розрахунок уточненої моделі, визначення зусиль і переміщень; перевірка дотримання умов, які забезпечують несучу здатність і деформативність залізобетонних конструкцій, будівель та споруд. Розроблено скінчено-елементні моделі для теплотехнічного та статичного розрахунків вогнезахисних залізобетонних конструкцій (на прикладі багатопустотного перекриття і колони) в програмному комплексі ANSYS та ЛПА-САПР. За допомогою розроблених моделей було проведено моделювання нестационарного прогріву та розрахунок напружено-деформованого стану вказаних конструкцій.

У п'ятому розділі розроблено математичну модель будівлі, що дозволяє оцінити рівень пожежної безпеки об'єкту в частині забезпечення вогнестійкості та прийняти ефективні рішення щодо підвищення вогнестійкості конструкцій з використанням вогнезахисних покриттів з обґрунтованими параметрами та умовами експлуатації. Розроблено комп'ютерні моделі теплового та напружено-деформованого стану будівлі трьохповерхового паркінга для автомобілів, яка складається із вогнезахисних конструкцій, що враховують: теплофізичні характеристики вогнезахисних покриттів, теплофізичні та механічні властивості матеріалів, з яких складається конструкція, нелінійні закони деформування матеріалів моделі, механічні властивості матеріалів при високотемпературних та силових впливах. Проаналізовані варіанти виникнення пожеж в паркінгу для дослідження вогнестійкості (стійкості) будівлі.

У шостому розділі визначено економічну ефективність застосування розрахунково-експериментального методу оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних конструкцій. Проведено техніко-економічне обґрунтування застосування вогнезахисних залізобетонних конструкцій з науково обґрунтованими товщинами вогнезахисних покриттів. Проведені розрахунки економічного ефекту від впровадження розробленого методу оцінювання вогнестійкості вогнезахисних конструкцій на прикладі паркінга для автомобілів.

Загальні висновки повністю відображають отримані у роботі результати. Загальні висновки сформовано якісно та лаконічно.

У додатках надано список публікацій здобувача за темою дисертації, відомості про апробацію результатів дисертації, документи про впровадження,

листи підтримки результатів дисертаційної роботи, ліцензія ЛІРА-САІР та локальні кошториси.

Результати роботи пройшли всебічну апробацію і широко доповідалися та обговорювалися на міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференціях і симпозиумах.

Прийняті передумови заперечень не викликають, а наукові положення мають достатньо високий ступінь обґрунтованості.

Зауваження та дискусійні питання стосовно положень докторської дисертації.

1. В дисертаційній роботі розглядається застосування комп'ютерних програм ANSYS та ЛІРА-САІР, хоча ніде по тексту дисертації не надано обґрунтування застосування цих програм.
2. Без обґрунтувань шляхом порівняння різних типів термопар та іншого обладнання здобувач для вимірювання температур в печі та на залізобетонних конструкціях вибрав термопари ТХА, однак критеріїв вибору (вартість, точність, їх наявність, доступність чи ін.) не вказав.
3. При оцінці вогнестійкості із використанням методу скінченних елементів мають бути враховані процеси тріщиноутворення, терморозширення бетону та арматурної сталі, виникнення пластичних деформацій, проте, дуже обмаль інформації, чи були враховані дані ефекти.
4. Потребує пояснення той факт, що при оцінюванні вогнестійкості залізобетонних конструкцій використаний підхід, коли втрата вогнестійкості за ознакою втрати несучої здатності ідентифікується за досягненням температури в певних випадках 500 °С, а в інших випадках 550 °С у арматурних стержнях.
5. З роботи не зрозуміло, чи можливо використовувати розроблений розрахунково-експериментальний метод для оцінювання вогнестійкості незахищених залізобетонних конструкцій (без вогнезахисту) та конструкцій іншої конфігурації.
6. Із тексту дисертації незрозуміло, чи можливо оцінити вогнестійкість вогнезахищеного монолітного залізобетонного перекриття за допомогою розробленого розрахунково-експериментального методу.
7. Під час розрахунку напружено-деформованого стану вогнезахищеного багатопустотного залізобетонного перекриття, при виборі найбільш адекватних законів деформування матеріалів моделі, не пояснено чому були обрані експоненціальний та кусково-лінійний закони деформування і не розглянуті інші деформаційні моделі.

Загальний висновок та оцінка дисертації.

Зазначені зауваження не знижують практичну і наукову цінність даної роботи. За актуальністю теми, науковою новизною результатів, їх практичною цінністю і повнотою опублікування результатів докторська дисертація Ковальова Андрія Івановича на тему: «Розвиток наукових основ оцінювання вогнестійкості вогнезахищених залізобетонних будівельних конструкцій»

відповідає паспорту спеціальності 21.06.02 – пожежна безпека та вимогам Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 року № 1197, а її автор, Ковальов Андрій Іванович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека.

Опонент:

начальник науково-дослідного центру
протипожежного захисту
Інституту державного управління та
наукових досліджень з цивільного захисту
доктор технічних наук, професор



Вадим НІЖНИК

Підпис Ніжника В.В. засвідчую:

Заступник начальника ІДУ НД ЦЗ
з наукової роботи,
канд. техн. наук, с.н.с.



Віталій КОВАЛЕНКО