



ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ БЕЗПЕКИ
ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ УКРАЇНСЬКОЮ,
АНГЛІЙСЬКОЮ ТА ПОЛЬСЬКОЮ МОВАМИ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

ПОЖЕЖНА
БЕЗПЕКА

ЛДУБЖД

№ 48, 2026

заснований у 2002 році

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

Паснак Іван Васильович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри експлуатації транспортних засобів та пожежно-рятувальної техніки, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна

ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ

Вальчак Аґата (Walczak Agata), доктор наук, професор, професор університету, Університет Пожежної Безпеки, Республіка Польща

Васік Віктор (Wasik Wiktor), доктор філософії, доцент, доцент, Університет Пожежної Безпеки, Республіка Польща

Веселівський Роман Богданович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри цивільного захисту, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна

Ковалишин Василь Васильович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри експлуатації транспортних засобів та аварійно-рятувальних робіт, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна

Костенко Віктор Климентович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри природоохоронної діяльності, Донецький національний технічний університет, Україна

Красуський Адам (Krasuski Adam), доктор наук, професор, директор Інституту техніки безпеки, Університет Пожежної Безпеки, Республіка Польща

Кузик Андрій Данилович, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри екологічної безпеки, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна

Лавренюк Олена Іванівна, доктор технічних наук, професор, професор кафедри фізики та хімії горіння, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна

Пазен Олег Юрійович, кандидат технічних наук, начальник кафедри превентивної діяльності у сфері пожежної та техногенної безпеки, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна

Попович Василь Васильович, доктор технічних наук, професор, проректор університету з наукової роботи, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна

Птак Шимон (Ptak Szymon), доктор філософії, старший дослідник, завідувач кафедри пожежної техніки, Університет Пожежної Безпеки, Республіка Польща

Ренкас Артур Андрійович, кандидат технічних наук, доцент, заступник начальника управління освіти, науки та спорту – начальник відділу вищої освіти, Державна служба України з надзвичайних ситуацій, Україна

Субота Андрій Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри міського будівництва та господарства, Ужгородський національний університет, Україна

Шналь Тарас Миколайович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри будівельних конструкцій та мостів, Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Яковчук Роман Святославович, доктор технічних наук, доцент, начальник навчально-наукового інституту цивільного захисту, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна



Видавничий дім
«Гельветика»
2026



DOI <https://doi.org/10.32447/20786662.48.2026.05>

А. М. Кастронець, М. І. Тацій, С. С. Сергєєв

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3679-9535> – А. М. Кастронець

<https://orcid.org/0009-0005-0601-8775> – М. І. Тацій

<https://orcid.org/0009-0005-3311-9192> – С. С. Сергєєв

✉ andriy.kastranets@ldubgd.edu.ua

ШЛЯХИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ДЕРЖАВНОГО НАГЛЯДУ (КОНТРОЛЮ) У СФЕРІ ПОЖЕЖНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ: РОЗРОБКА І АПРОБАЦІЯ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКА «КАЛЬКУЛЯТОР РИЗИКУ»

Проблема. В умовах цифрової трансформації державного сектору процеси нагляду у сфері пожежної та техногенної безпеки потребують відмови від застарілих ручних процедур. Проведений бібліометричний аналіз (за допомогою VOSviewer) виявив суттєвий дефіцит прикладних цифрових інструментів для автоматизації рутинної роботи інспектора на об'єктах.

Мета. Провести розробку, тестування та впровадження мобільного додатка «Калькулятор ризику» для оперативного визначення ступеня ризику суб'єктів господарювання відповідно до вимог чинного законодавства України.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети застосовано комплексний підхід. Теоретичною базою слугувала формалізація та трансформація нормативно-правових критеріїв оцінки в алгоритмічну математичну модель. Технологічна реалізація здійснювалася за допомогою гібридного підходу: розробка логіки та користувацького інтерфейсу базувалася на сучасних вебтехнологіях, а для нативної компіляції та адаптації під операційну систему Android застосовано кросплатформний фреймворк Saracitor. Емпірична валідація продукту здійснювалася методом закритого бета-тестування із залученням репрезентативної групи.

Основні результати дослідження. Розроблено повноцінний мобільний застосунок, ключовою інженерною перевагою якого є повна обчислювальна автономність (Offline Mode) – здатність виконувати розрахунки локально на пристрої без підключення до мережі Інтернет, що є критично важливим для роботи у підвальних приміщеннях та на віддалених об'єктах. Результати закритого тестування за участю 19 осіб підтвердили точність обчислень, швидке та зручне документування результатів оцінки порівняно з традиційним ручним оформленням Відомості щодо віднесення суб'єкта господарювання до високого, середнього або незначного ступеня ризику, а також дозволили оптимізувати ергономіку інтерфейсу. Продукт успішно пройшов модерацію та опублікований на платформі цифрової дистрибуції Google Play.

Висновки. Впровадження мобільного додатка дозволяє виключити ймовірність математичних помилок через людський фактор, суттєво скоротити час обробки інформації та оптимізувати роботу посадових осіб органів державного нагляду (контролю).

Ключові слова: пожежна безпека, техногенна безпека, державний нагляд (контроль), цифровізація, ступінь ризику, мобільний додаток.

PATHWAYS TO DIGITALIZATION OF STATE SUPERVISION (CONTROL) IN THE FIELD OF FIRE AND TECHNOLOGICAL SAFETY: DEVELOPMENT AND TESTING OF THE “RISK CALCULATOR” MOBILE APP

Problem. In the context of the digital transformation of the public sector, oversight processes in the field of fire and industrial safety require a shift away from outdated manual procedures. A bibliometric analysis (conducted using VOSviewer) revealed a significant shortage of practical digital tools for automating the routine work of inspectors at facilities.

Purpose. To develop, test, and implement the “Risk Calculator” mobile application for the rapid determination of the risk level of business entities in accordance with the requirements of current Ukrainian legislation.

Methods. A comprehensive approach was employed to achieve the stated objective. The theoretical foundation was based on the formalization and transformation of regulatory and legal evaluation criteria into an algorithmic mathematical model. Technological implementation was carried out using a hybrid approach: the development of the logic and user interface was based on modern web technologies, and the cross-platform Capacitor framework was used for native compilation and adaptation to the Android operating system. Empirical validation of the product was carried out using a closed beta testing method involving a representative group.

Results. A fully-fledged mobile application was developed, whose key engineering advantage is complete computational autonomy (Offline Mode) – the ability to perform calculations locally on the device without an Internet connection, which is critically important for work in basements and at remote sites. The results of closed testing involving 19 participants confirmed the accuracy of the calculations compared to the traditional manual completion of the form for classifying a business entity as high, medium, or low risk, and also allowed for the optimization of the interface’s ergonomics. The product successfully passed moderation and has been published on the Google Play digital distribution platform.

Conclusion. The implementation of the mobile application eliminates the possibility of mathematical errors due to human error, significantly reduces information processing time, and optimizes the work of officials in state supervisory (control) agencies.

Key words: fire safety, industrial safety, government oversight (regulation), digitalization, risk level, mobile app.

Вступ. В умовах глобального курсу на цифрову трансформацію державного сектору, підвищення ефективності наглядової діяльності у сфері пожежної та техногенної безпеки набуває критичного значення. Діджиталізація вимагає поступової відмови від застарілих ручних процедур на користь швидких автоматизованих рішень. Одним із варіантів впровадження цифрових рішень є процес визначення ступеня ризику суб’єктів господарювання, який наразі супроводжується бюрократичним навантаженням на інспекторський склад.

Постановка проблеми. Відповідно до Закону України «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності» [1] та Постанови Кабінету Міністрів України від 5 вересня 2018 р. № 715 «Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки Державною службою з надзвичайних ситуацій» [2] в Україні запроваджено розподіл об’єктів суб’єктів господарювання за ступенями ризику на високий,

середній та незначний, що визначає періодичність проведення планових заходів державного нагляду (контролю) (далі – ДНК) у сфері пожежної та техногенної безпеки. У зв’язку з цим на кожен об’єкт суб’єкта господарювання, який перебуває на обліку або береться на облік як нововиявлений в місцевих та територіальних органах ДСНС заводиться наглядова справа (згідно наказу ДСНС України від 18.02.2022 № 129 «Про упорядкування обліку та організації проведення перевірок» [3]), в якій міститься «Відомість щодо віднесення суб’єкта господарювання до високого, середнього або незначного ступеня ризику». Згідно [2], ступінь ризику встановлюється на підставі сумарної кількості балів, нарахованих за кожним із семи критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та відповідно заповнюється відомість. Згідно з даними Державної служби статистики України, станом на кінець 2025 року в Україні налічувалося 1 781 972 фізичних осіб-підприємців та 1 555 887 юридичних осіб [4]. Порівняльний аналіз із показниками 2024 року свідчить про зростання кількості таких осіб на 74 295 та 30 802

відповідно. Таким чином, уповноважена посадова особа територіальних органів ДСНС, закріплена за територіальними громадами, (далі – офіцер-рятувальник громади) за 2025 рік в середньому заповнила 52 форми «Відомості щодо віднесення суб'єкта господарювання до високого, середнього або незначного ступеня ризику» для нововиявлених об'єктів та 83 таких форми – для об'єктів, які в ході своєї діяльності зазнали змін, що стосувалися, до прикладу, переобладнання, зміною категорії будівель, приміщень або зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою, проведенням ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки, категоризацією об'єктів критичної інфраструктури, а також виникненням небезпечних подій і надзвичайних ситуацій.

В умовах цифрової трансформації, ручне введення таких даних не відповідає сучасним вимогам щодо швидкості, точності та уніфікації інформаційних процесів. Автоматизація заповнення документів встановленої форми забезпечує зниження ризику помилок, оптимізацію часових витрат та підвищення якості робочого процесу, що робить її ключовим елементом цифровізації діяльності органів ДСНС.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

На сьогоднішній день питання діджиталізації активно розвивається та досліджується у всіх сферах людської діяльності. У науковій літературі вітчизняні та зарубіжні вчені приділяють увагу вивченню питання впровадження мобільних технологій у сфері пожежної, техногенної безпеки та цивільного захисту. Зокрема, дослідники активно вивчають можливості автоматизації процесів перевірки засобів протипожежного захисту. В деяких дослідженнях пропонується використання мобільних додатків, інтегрованих із методами глибокого машинного навчання та комп'ютерного зору, для інспектування пожежного обладнання в реальному часі [5]. Дослідники зазначають, що традиційні (візуальні) перевірки є тривалими, неефективними та схильними до неточностей через ручні процедури, тоді як впровадження мобільних технологій дозволяє інспекторам виконувати свої функції швидше, точніше та з меншою кількістю помилок. Також науковці працюють в напрямку розробки програмного забезпечення, що допомагає визначити рівень безпеки людини під час перебування у будівлях захисного призначення, що підтверджує актуальність впровадження інформаційних технологій у сфері цивільного захисту та надасть суспільству ефективний інструмент для аналізу та використання даних для вивчення можливих шляхів уникнення або захисту від надзвичайних ситуацій [14].

У вітчизняному науковому просторі значна увага приділяється організаційно-управлінським проблемам наглядової діяльності. Так, вітчизняні вчені висвітлюють питання недосконалість державного управління органами державного нагляду у сфері пожежної та техногенної безпеки. У дослідженнях наголошується на наявності низки суперечливих державних документів, що стосуються оцінки ступеня ризику від провадження господарської діяльності. Це підтверджує нагальну потребу у реформатуванні механізму здійснення наглядових функцій державними органами управління [6]. Саме тому на вищому державному рівні законодавчо закріплено незворотний курс на технологічну модернізацію відповідно до Стратегії цифрового розвитку інноваційної діяльності України на період до 2030 року. Отже, необхідність інтеграції цифрових інструментів у публічні послуги та діяльність державних інституцій залишається актуальною проблемою. Урядовий документ підкреслює необхідність розроблення та впровадження інновацій для підтримки процесу цифрової трансформації державного нагляду [7].

Незважаючи на наявні теоретичні напрацювання щодо недоліків наглядової діяльності та загальні стратегічні орієнтири держави на цифровізацію, питання розробки конкретних прикладних цифрових інструментів (зокрема, кросплатформного мобільного калькулятора ризиків) для автоматизації рутинної роботи інспекторського складу в Україні залишається недостатньо висвітленим у науковій літературі та потребує практичного вирішення.

Мета статті. Розробка та впровадження мобільного додатка для оперативного визначення ступеня ризику від провадження господарської діяльності, спрямованого на оптимізацію витрат часу та підвищення якості робочого процесу посадовими особами органів державного нагляду (контролю).

Виклад основного матеріалу. Для отримання розуміння актуальних тем у сфері пожежної безпеки проведено бібліометричний аналіз наукових публікацій: як україномовних, так і англомовних. Інструментарієм дослідження обрано програмне забезпечення VOSviewer [12] (це інструмент для створення карт на основі масиву публікацій, а також для візуалізації та дослідження цих карт). Даний програмний продукт дав можливість відстежити зв'язки між ключовими поняттями на основі масиву даних із Google Scholar [13] (оброблено 1400 джерел).

В результаті аналізу візуалізації отриманої у [12] можна виділити чітку кластеризацію

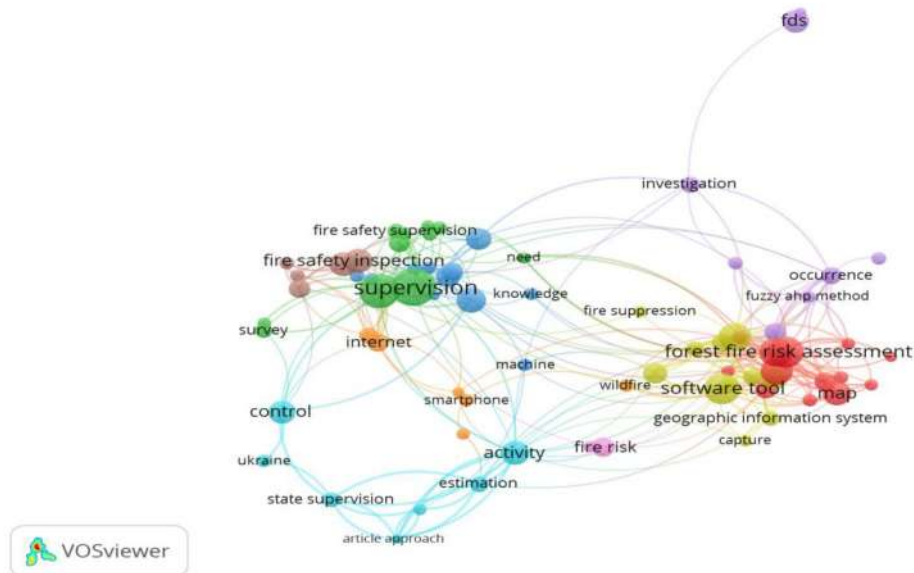


Рис. 1. Карта бібліометричного аналізу ключових слів за темою автоматизації державного нагляду та оцінки ризиків [8, 12, 13]

наукових досліджень (представлено різними кольорами) (рис. 1).

Таких кластерів сформовано 9 із 75 елементів, які між собою пов'язані. Загальна кількість зв'язків складає 308 одиниць.

Проведений бібліометричний аналіз виявляє суттєві напрацювання щодо пожежної безпеки в лісах (червоний кластер), які тісно пов'язані із розробками програмного забезпечення, калькуляторів (жовтий кластер), а також використання математичних інструментів аналізу, симуляторів пожеж (фіолетовий кластер) та мобільних технологій (помаранчевий кластер).

Проте процеси державного нагляду (контролю) залишаються недостатньо охоплені мобільними розрахунковими інструментами, хоча наявний чіткий запит на підвищення ефективності державного нагляду (контролю) і рівня пожежної безпеки, – як в Україні, так і у світі (блакитний, зелений, коричневий кластер). Дані елементи існують розрізнено щодо сучасних апаратних рішень і програмного забезпечення, яке застосовується в більшій мірі для пожежної безпеки екосистем.

Таким чином, для практичного впровадження новітніх технологічних рішень у систему державного нагляду (контролю) у сфері пожежної та техногенної безпеки прийнято рішення розробити інструмент для автоматизації деяких процесів роботи офіцера-рятувальника громади. Основою для створення додатка стала трансформація вимог чинного законодавства у математичну модель [2]. Для написання програмного коду та розробки зовнішнього вигляду програми були використані стандартні вебтехнології. Усі правила розрахунків

(сумування балів, перевірка умов та визначення ступеня ризику) закладені в основу програми. Такий підхід дозволив зробити калькулятор максимально швидким та невибагливим до технічних характеристик пристроїв (комп'ютера чи смартфона). Процес оцінки формалізується як обчислення загальної суми балів за всіма визначеними критеріями. Об'єкт характеризується множиною обраних показників $P = (p_1, p_2, \dots, p_n)$, де кожен показник p_i має законодавчо закріплену вагову оцінку (бал) b_i . Сума балів R розраховується за формулою:

$$R = \sum_{i=1}^n b_i.$$

Алгоритм працює в реальному часі: при виборі користувачем певного показника (наприклад, площі об'єкта, кількості людей, наявності попередніх порушень), додається відповідний бал b_i до загальної суми R . Далі відбувається класифікація об'єкта шляхом порівняння отриманої суми з пороговими значеннями, встановленими нормативами:

1. Якщо $R \geq 41$ – об'єкт відноситься до високого ступеня ризику;
2. Якщо $21 \leq R \leq 40$ – до середнього ступеня ризику;
3. Якщо $R \leq 20$ – до незначного ступеня ризику.

Алгоритм генерації документа у форматі `xlsx` використовує технологію Data Mapping для перенесення значень змінних із середовища додатка у комірки електронних таблиць.

За допомогою інтегрованих бібліотек (зокрема ExcelJS), програма виконує:

1. Автоматичну підстановку ідентифікаційних даних об'єкта та розрахованих балів (b_i) у відповідні поля шаблону документа `xlsx`.

2. Форматування документа: адаптація ширини колонок під згенерований текст, стилізація таблиць.

3. Експорт готового файлу в локальну пам'ять пристрою користувача для відправки.

Для того, щоб створена програма працювала як повноцінний мобільний додаток на операційній системі Android, застосовано технологію перетворення (за допомогою інструмента Saracitor [9]). Це дозволило виконати нативну компіляцію розрахункового алгоритму у звичний формат мобільного застосунку, створивши ізольований інсталяційний пакет (ААВ/АРК). Головною перевагою такого рішення стало забезпечення повністю автономної роботи додатка. Програма виконує всі розрахунки локально на пристрої, без необхідності підключення до мережі Інтернет, що є критично важливим під час перевірок у підвальних приміщеннях або на віддалених промислових об'єктах.

Важливим етапом дослідження стала практична перевірка розробленого додатка в умовах, наближених до реальної роботи офіцера-рятувальника громади. Відповідно до сучасних стандартів розгортання додатків, зокрема, вимог платформи Google Play Console [10], було організовано етап закритого тестування із залученням групи із 19 осіб. Це дозволило вирішити два ключові завдання:

– на практиці підтвердити точність автоматичних розрахунків порівняно з традиційним ручним (паперовим) заповненням “Відомість щодо віднесення суб'єкта господарювання до високого, середнього або незначного ступеня ризику”;

– зібрати відгуки для покращення зручності програми.

– Використання додатка дозволило скоротити час на оформлення документів та визначення ступеня ризику складних багатопрофільних об'єктів у середньому на 75 % (з 10–15 хвилин ручної роботи до 3–5 хвилин роботи в інтерфейсі програми).

Після успішного завершення тестування додаток було опубліковано на платформі Google Play [11].

Мобільний додаток виглядає наступним чином (рис. 2) та складається з основних блоків це «Дані про суб'єкт», де вноситься інформація: «Назва об'єкта», «Назва суб'єкта господарювання», «Адреса об'єкта», «Код ЄДРПОУ» і блок «Критерії оцінювання», який складається із 7 критеріїв відповідно до [2]. А саме:

- Вид об'єкта, де вказується чи він належить до об'єктів підвищеної небезпеки, об'єктів критичної інфраструктури, об'єктів метрополітену, пам'яток культурної спадщини, об'єктів, які категоруються за вибухопожежною та пожежною небезпекою;
- Площа об'єкта;
- Максимальна розрахункова (проектна) кількість людей;
- Умовна висота об'єкта;
- Наявність та масштаб небезпечних подій, надзвичайних ситуацій;
- Клас наслідків (відповідальності) під час будівництва об'єкта;
- Кількість порушень вимог законодавства у сфері техногенної та пожежної безпеки.

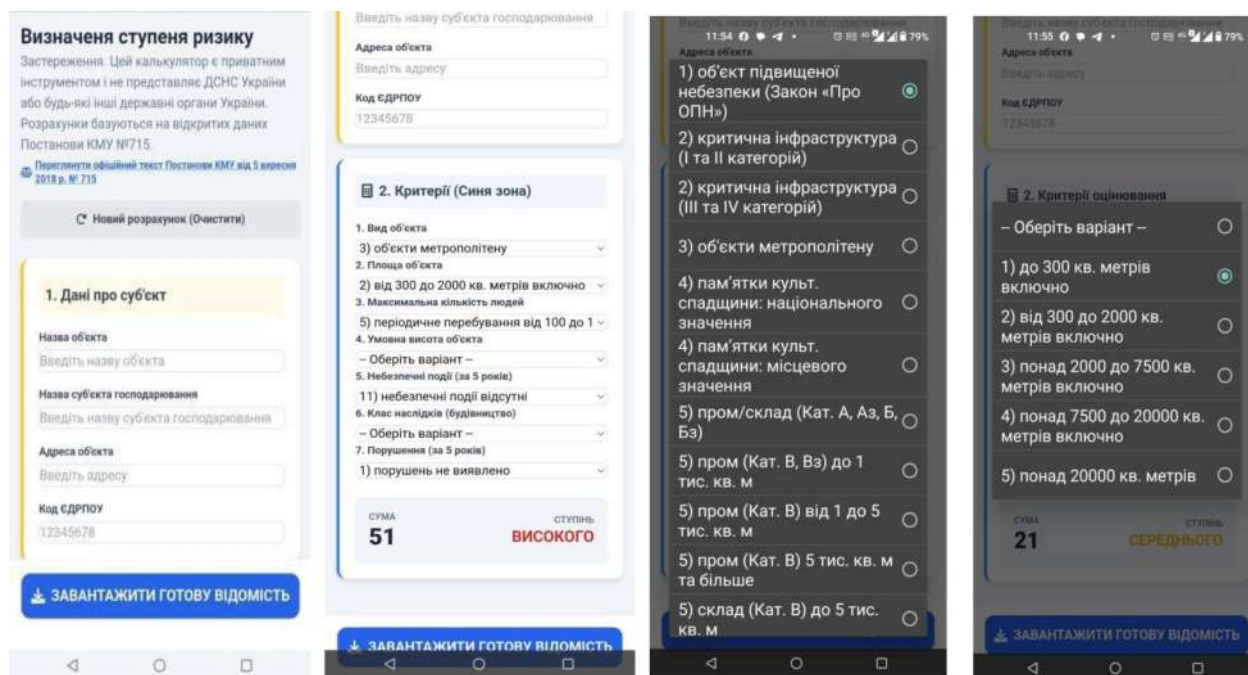


Рис. 2. Внутрішній інтерфейс мобільного додатка «Калькулятор ризику»

3. Про упорядкування обліку та організації проведення перевірок : Наказу ДСНС України від 18.02.2022, № 129.

4. Банк даних [Електронний ресурс]. Державна служба статистики України: офіційний веб-портал. URL: https://stat.gov.ua/uk/explorer?urn=SSSU%3ADF_STATISTICAL_BUSINESS_REGISTER_Q_M%28~%29&filter=REG_INDIV_ENT (дата звернення: 03.03.2026).

5. Weqaa: An Intelligent Mobile Application for Real-Time Inspection of Fire Safety Equipment / R. Alidrisi та ін. *Engineering, Technology & Applied Science Research*. Червень, 2024. Т. 14, вип. 3. С. 14088–14095. URL: <https://doi.org/10.48084/etasr.7229>

6. Васильєв І. О., Тищенко В. О. Проблеми організації пожежно-профілактичної роботи підрозділами місцевої та добровільної пожежної охорони. *Інвестиції: практика та досвід*. 2020. № 24. С. 118–122. URL: <https://doi.org/DOI:10.32702/2306-6814.2020.24.118>

7. Про схвалення Стратегії цифрового розвитку інноваційної діяльності України на період до 2030 року та затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2025-2027 роках: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 31.12.2024, № 1351-р: станом на 14.07.2025. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1351-2024-%D1%80#Text> (дата звернення: 06.03.2026).

8. *App.vosviewer.com*. URL: <https://app.vosviewer.com/?json=https%3A%2F%2Fdrive.google.com%2Fuc%3Fid%3D1LZxDF-vzJm6pwlDSe8ZxbLb5CkKqPelG> (дата звернення: 25.02.2026).

9. *Capacitor*. URL: <https://capacitorjs.com/> (дата звернення: 27.01.2026).

10. Інструментальна платформа для розробників Google Play Console. URL: <https://play.google.com/console/u/0/developers/6018816227808094477/app/4975836905518714495/main-store-listing>. (дата звернення: 30.01.2026).

11. Офіційний магазин мобільних додатків для операційної системи Android – Google Play. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.fireinspector.calc>

12. Van Eck N. J., Waltman L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*. 2010. Т. 84, вип. 2. С. 523–538. URL: <https://doi.org/DOI:10.1007/s11192-009-0146-3>

13. Google Scholar. URL: https://scholar.google.fi/schhp?hl=uk&as_sdt=0,5 (дата звернення: 25.02.2026).

14. Software for Shelter's Fire Safety and Comfort Levels Evaluation. / Y. Martyn та ін. *Data Stream Mining and Processing*. 2020. Т. 1158 : Communications in Computer and Information Science. С. 457–469. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-61656-4_31

REFERENCES

1. Закон України. (2007, April 5). *Pro osnovni zasady derzhavnoho nahliadu (kontroliu) u sferi hospodarskoi diialnosti* [On the basic principles of state supervision (control) in the field of economic activity] (No. 877-V; updated November 15, 2024). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/877-16#Text> (accessed March 3, 2026) [in Ukrainian].

2. Kabinet Ministriv Ukrainy. (2018, September 5). *Pro zatverdzhennia kryteriiv, za yakymy otsiniuietsia stupin ryzyku vid provadzhennia hospodarskoi diialnosti ta vyznachaietsia periodychnist zdiisnennia planovykh zakhodiv derzhavnoho nahliadu (kontroliu) u sferi tekhnohennoi ta pozhezhnoi bezpeky Derzhavnoiu sluzhboiu z nadzvychainykh sytuatsii* [On approval of criteria for assessing the degree of risk from economic activity and determining the frequency of planned state supervision (control) measures in the field of technogenic and fire safety by the State Emergency Service] (No. 715; as of December 21, 2022). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/715-2018-%D0%BF#Text> (accessed March 3, 2026) [in Ukrainian].

3. Derzhavna sluzhba Ukrainy z nadzvychainykh sytuatsii. (2022, February 18). *Pro uporiadkuvannia obliku ta orhanizatsii provedennia perevirok* [On streamlining accounting and organization of inspections] (No. 129) [in Ukrainian].

4. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. (n.d.). *Bank danykh* [Data bank]. Retrieved from: https://stat.gov.ua/uk/explorer?urn=SSSU%3ADF_STATISTICAL_BUSINESS_REGISTER_Q_M%28~%29&filter=REG_INDIV_ENT (accessed March 3, 2026) [in Ukrainian].

5. Alidrisi, R., et al. (2024, June). Weqaa: An intelligent mobile application for real-time inspection of fire safety equipment. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 14(3), 14088–14095. <https://doi.org/10.48084/etasr.7229>

6. Vasyliiev, I. O., & Tyshchenko, V. O. (2020). *Problemy orhanizatsii pozhezhno-profilaktychnoi roboty pidrozdilamy mistsevoi ta dobrovilnoi pozhezhnoi okhorony* [Problems of organizing fire prevention work by local and voluntary fire brigades]. *Investytsii: praktyka ta dosvid*, (24), 118–122. <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2020.24.118> [in Ukrainian].

7. Kabinet Ministriv Ukrainy. (2024, December 31). *Pro skhvalennia Stratehii tsyfrovoho rozvytku innovatsiinoi diialnosti Ukrainy na period do 2030 roku ta zatverdzhennia operatsiinoho planu zakhodiv z yii realizatsii u 2025–2027 rokakh* [On approval of the Strategy for digital development of innovative activity of Ukraine until 2030 and the operational plan for its implementation in 2025–2027] (No. 1351-r; as of July 14, 2025). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1351-2024-%D1%80#Text> (accessed March 6, 2026) [in Ukrainian].

8. (n.d.). *VOSviewer online application*. Retrieved from: <https://app.vosviewer.com/?json=https%3A%2F%2Fdrive.google.com%2Fuc%3Fid%3D1LZxDF-vzJm6pwlDSe8ZxbLb5CkKqPelG>

2Fuc%3Fid%3D1LZxDF-vzJm6pwldSe8ZxbLb5Ck-KqPelG (accessed February 25, 2026).

9. (n.d.). *Capacitor*. <https://capacitorjs.com/> (accessed January 27, 2026).

10. Google. (n.d.). *Google Play Console*. Retrieved from: <https://play.google.com/console/u/0/developers/6018816227808094477/app/4975836905518714495/main-store-listing> (accessed January 30, 2026).

11. Google. (n.d.). *Google Play* (mobile application store for Android). Retrieved from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.fireinspector.calc>

12. Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>

13. Google. (n.d.). *Google Scholar*. Retrieved from: https://scholar.google.fi/schhp?hl=uk&as_sdt=0,5 (accessed February 25, 2026).

14. Martyn, Y., et al. (2020). Software for shelter's fire safety and comfort levels evaluation. *Data Stream Mining and Processing*, 1158, 457–469. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61656-4_31

© А. М. Кастраниць, М. І. Тацій, С. С. Сергеев

Науково-методична стаття

Дата першого надходження статті до видання: 15.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026