МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему: **«Проектування системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад»**

Виконав: студент групи Іт-62

Спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології»
(шифр і назва)
Марчук Олег Романович
(Прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., професор Тригуба А.М.
(Прізвище та ініціали)

Рецензент: к.т.н., доцент Тимочко В.О.
(Прізвище та ініціали)

ДУБЛЯНИ-2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Другий (магістерський) рівень вищої освіти
Спеціальність 126 «Інформаційні системи та технології»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри_____

д.т.н., проф. А.М. Тригуба
«____» _____2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту

Марчуку Олегу Романовичу

1. Тема роботи: «Проектування системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад»

Керівник роботи Тригуба Анатолій Миколайович, професор
затверджені наказом по університету від 28.04.2023 року № 133/к-с.

2. Строк подання студентом роботи 10.01.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: *дані визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад; методика проектування системи підтримки прийняття рішень.*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити)

Вступ.
Аналіз стану інформаційних систем безпеки на території сільських громад та завдання кваліфікаційної роботи.
Вибір засобів та проектування системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад.
Результати розробки системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад.
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.
Ефективність використання системи підтримки прийняття рішень.
Висновки та пропозиції.
Список використаної літератури.

5. Перелік ілюстраційного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових слайдів): *аналіз стану інформаційних систем безпеки на території сільських громад та завдання кваліфікаційної роботи; вибір засобів та проектування системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад; результати розробки системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад; економічна ефективність.*

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1, 2, 3, 5	*Тригуба А.М., зав. кафедри інформаційних технологій*		
4	*Городецький І.М., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва*		

7. Дата видачі завдання 28 квітня 2023 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	*Написання першого розділу*	*28.04-20.05.23*	
2	*Виконання другого розділу та аркушів ілюстраційного матеріалу до нього*	*21.05-14.08.23*	
3.	*Виконання третього розділу та аркушів ілюстраційного матеріалу до нього*	*15.08-10.11.23*	
4.	*Написання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»*	*11.11-30.11.23*	
5.	*Оцінення ефективності запропонованої системи*	*01.12-20.12.23*	
6.	*Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки та аркушів ілюстраційного матеріалу*	*21-31.12.23*	
7.	*Завершення роботи вцілому*	*01-10.01.24*	

Студент _____ Марчук О.Р.
(підпис)

Керівник роботи _____ Тригуба А.М.
(підпис)

УДК 004.9:351.86

Проектування системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад.

Марчук О.Р. Кафедра інформаційних технологій – Дубляни, ЛНУП, 2024.

Кваліфікаційна робота: 67 с. текст. част., 23 рис., 3 табл., 12 арк. ілюстраційного матеріалу, 36 джерел.

Подано особливості розвитку систем безпеки на території сільських громад. Виконано аналіз платформ та систем управління ресурсами із інформацією про пожежі. Проаналізовано системи підтримки прийняття рішень та їх інструментарій для виявлення небезпек та управління ними. Виконано аналіз стану використання систем підтримки прийняття для вирішення різних задач забезпечення безпеки.

Здійснено вибір засобів для системи підтримки прийняття рішень. Подано особливості визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад. Обґрунтовано функціональні моделі визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад.

Обґрунтована доцільність розробки системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективності проектів безпеки. Створено вікно користувача системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективності проектів безпеки. Розроблено функціональні модулі системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективності проектів безпеки. Проведено тестування та апробація системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективності проектів безпеки.

Розроблено заходи із охорони праці. Визначено економічний ефект від використання системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад.

ЗМІСТ

ВСТУП 7

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ НА ТЕРИТОРІЇ СІЛЬСЬКИХ ГРОМАД ТА ЗАВДАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ 9

1.1. Особливості розвитку систем безпеки на території сільських громад 9

1.2. Аналіз платформ та систем управління ресурсами із інформацією про пожежі 11

1.3. Системи підтримки прийняття рішень та їх інструментарій для виявлення небезпек та управління ними 15

1.4. Аналіз стану використання систем підтримки прийняття для вирішення різних задач забезпечення безпеки 19

1.5. Завдання кваліфікаційної роботи 23

РОЗДІЛ 2. ВИБІР ЗАСОБІВ ТА ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ПРОЕКТІВ РОЗВИТКУ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ НА ТЕРИТОРІЇ СІЛЬСЬКИХ ГРОМАД 24

2.1. Вибір засобів для системи підтримки прийняття рішень 24

2.2. Особливості визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад 27

2.3. Обґрунтування функціональних моделей визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад 32

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ПРОЕКТІВ РОЗВИТКУ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ НА ТЕРИТОРІЇ СІЛЬСЬКИХ ГРОМАД 36

3.1. Доцільність розробки системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективності проектів безпеки 36

3.2. Створення вікна користувача системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективності проектів безпеки 37

3.3. Створення функціональних модулів системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективності проектів безпеки 42
3.4. Тестування та апробація системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективності проектів безпеки 47
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ 50
4.1. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників під час розробки системи підтримки прийняття рішень 50
4.2. Заходи реагування на небезпечні і шкідливі виробничі чинники під час розробки системи підтримки прийняття рішень 51
4.3. Розробка логічно-імітаційної моделі процесу виникнення травм під час монтажу системи підтримки прийняття рішень 52
4.4. Розробка заходів безпеки під час надзвичайних ситуацій 55
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ВІД ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ПРОЕКТІВ РОЗВИТКУ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ НА ТЕРИТОРІЇ СІЛЬСЬКИХ ГРОМАД 57
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ 61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 64

ВСТУП

Проектування системи підтримки прийняття рішень є ключовим етапом у сучасному управлінні та розвитку сільських громад, особливо коли йдеться про зміцнення системи безпеки. Визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки вимагає не тільки комплексного підходу, але й використання сучасних інструментів та технологій [34].

Безпека є одним з найважливіших пріоритетів для будь-якої сільської громади. Вона забезпечує захист життя, здоров'я та майна громадян, а також сприяє сталому розвитку території. У сучасних умовах сільські громади стикаються з низкою безпекових викликів, таких як: зростання злочинності та інших правопорушень; природні та техногенні катастрофи; екологічні проблеми; соціально-економічні кризи.

Для ефективного реагування на ці виклики необхідно мати комплекс заходів з запобігання та протидії безпековим загрозам, ефективну систему реагування на надзвичайні ситуації, механізм моніторингу та оцінки стану безпеки [28].

Система підтримки прийняття рішень (СППР) може стати ефективним інструментом для вирішення цього завдання. СППР дозволяє збирати, аналізувати та обробляти великі обсяги інформації, що є необхідним для прийняття обґрунтованих рішень у сфері безпеки. Оптимізація процесів управління безпекою має ряд переваг для сталого розвитку сільських територій, зокрема зменшення рівня злочинності та інших правопорушень, підвищення рівня безпеки громадян, зниження ризиків виникнення надзвичайних ситуацій та створення сприятливого інвестиційного клімату.

Таким чином, проектування системи підтримки прийняття рішень є важливим завданням для забезпечення безпеки сільських громад. Впровадження СППР сприятиме підвищенню ефективності управління безпекою, що буде мати позитивний вплив на сталий розвиток сільських територій.

Об’єктом дослідження є алгоритми та моделі системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад.

Предмет дослідження є вплив характеристик громад на архітектуру системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад.

РОЗДІЛ 1.
АНАЛІЗ СТАНУ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ НА ТЕРИТОРІЇ СІЛЬСЬКИХ ГРОМАД ТА ЗАВДАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1.1. Особливості розвитку систем безпеки на території сільських громад

Сільські громади є важливою складовою територіальної організації суспільства. Вони забезпечують продовольчу безпеку країни, зберігають традиційні цінності та культуру, є джерелом трудових ресурсів. Разом з тим, сільські громади стикаються з низкою безпекових викликів, таких як:

- ✓ Зростання злочинності та інших правопорушень;
- ✓ Природні та техногенні катастрофи;
- ✓ Екологічні проблеми;
- ✓ Соціально-економічні кризи.

Для ефективного реагування на ці виклики необхідно мати добре продуману систему безпеки, яка включає в себе:

- ✓ Комплекс заходів з запобігання та протидії безпековим загрозам;
- ✓ Ефективну систему реагування на надзвичайні ситуації;
- ✓ Механізм моніторингу та оцінки стану безпеки.

Розвиток систем безпеки на території сільських громад має ряд особливостей, які необхідно враховувати. Зокрема, окремі громади пропонують розробку безпекових паспортів (рис. 1.1).

Підхід «безпекового паспорту громади» є комплексним підходом до забезпечення безпеки сільських громад. Він передбачає аналіз безпекових загроз та факторів, які існують на території громади. Це дозволяє визначити пріоритетні напрями роботи з безпеки. Також ним передбачається розробка заходів щодо запобігання та протидії безпековим загрозам. Ці заходи повинні

бути спрямовані на усунення причин та умов, що сприяють виникненню безпекових загроз.

При цьому впровадження систем моніторингу та оцінки стану безпеки дозволяє відстежувати ефективність заходів з безпеки та вносити необхідні корективи.

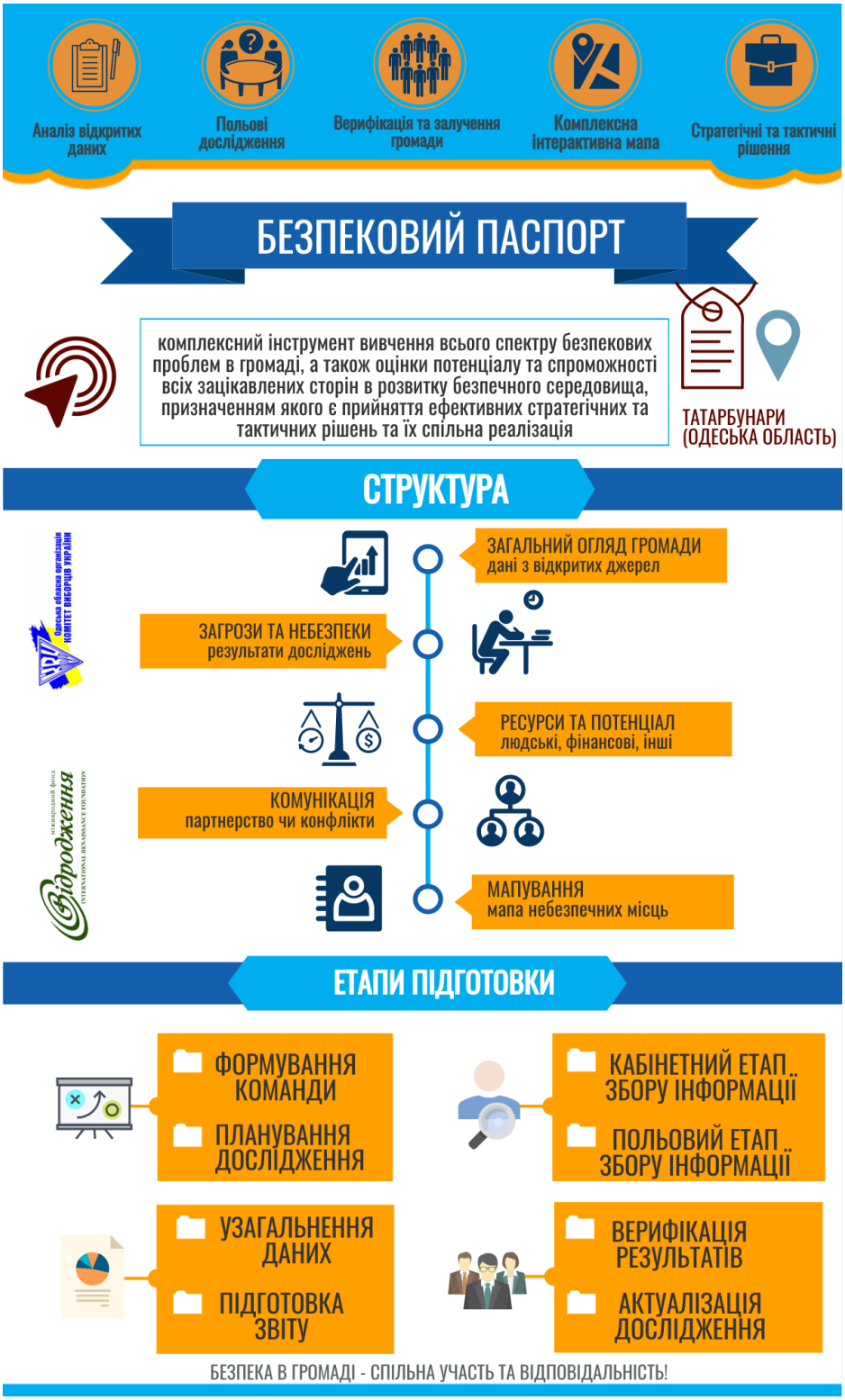

Рисунок 1.1 – Підхід «безпекового паспорту громади»

Безпековий паспорт громади є документом, який відображає результати аналізу безпекових загроз та факторів, а також розроблені заходи щодо запобігання та протидії цим загрозам. Він є основою для розробки програми безпеки громади.

При цьому вагомим є процес збору інформації. Робоча група збирає інформацію про безпекові загрози та фактори, які існують на території громади. Ця інформація може бути зібрана з різних джерел, таких як:

- ✓ Статистичні дані;
- ✓ Звіти правоохоронних органів;
- ✓ Анкети населення;
- ✓ Інформація від громадських організацій.

Робоча група аналізує зібрану інформацію та визначає пріоритетні напрями роботи з безпеки. Робоча група розробляє заходи щодо запобігання та протидії безпековим загрозам. Розроблені заходи узгоджуються з органами місцевого самоврядування, правоохоронними органами, громадськими організаціями та населенням.

Розвиток систем безпеки на території сільських громад є важливим завданням для забезпечення сталого розвитку цих територій. Впровадження ефективних систем безпеки сприятиме підвищенню рівня безпеки громадян, зменшенню ризиків виникнення надзвичайних ситуацій та створенню сприятливих умов для розвитку сільських громад.

1.2. Аналіз платформ та систем управління ресурсами із інформацією про пожежі

На сьогодні відомо багато різновидів систем підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів щодо безпеки на території громад. Заслуговує на увагу системи управління ресурсами (FIRMS), яка надає інформацію про пожежі [14].

Система пожежної інформації для управління ресурсами (FIRMS) надає доступ із мінімальною затримкою до супутникових зображень, активних пожеж/гарячих точок і пов'язаних продуктів для визначення місця розташування, масштабів та інтенсивності лісової пожежі.

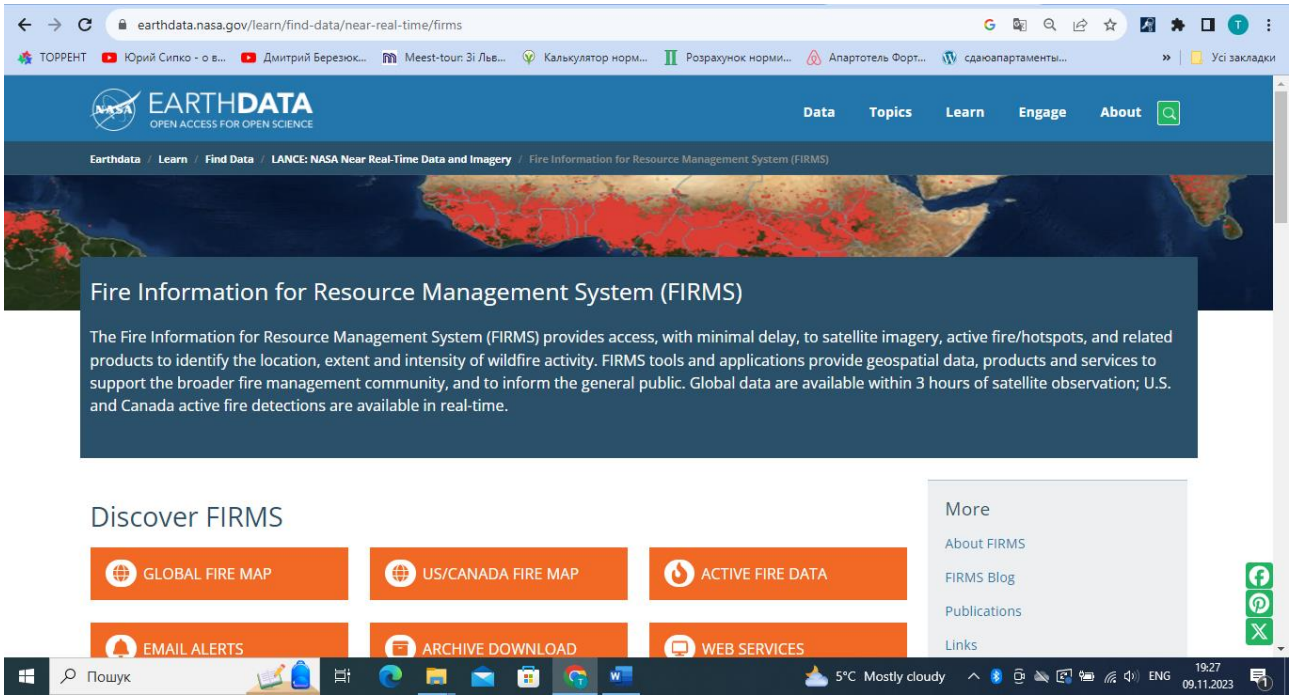

Рисунок 1.2 – Система управління ресурсами (FIRMS), яка надає інформацію про пожежі [14]

Інструменти та додатки FIRMS надають геопросторові дані, продукти та послуги для підтримки ширшої спільноти управління пожежами та інформування широкої громадськості. Глобальні дані доступні протягом 3 годин після супутникового спостереження. Виявлення активної пожежі в США та Канаді доступне в режимі реального часу.

Наступною є система EFFIS [11], яка є Європейська інформаційна система про лісові пожежі – підтримує служби, відповідальні за захист лісів від пожеж у ЄС та сусідніх країнах, і надає службам Європейської комісії та Європейського парламенту оновлену та надійну інформацію про лісові пожежі в Європі.

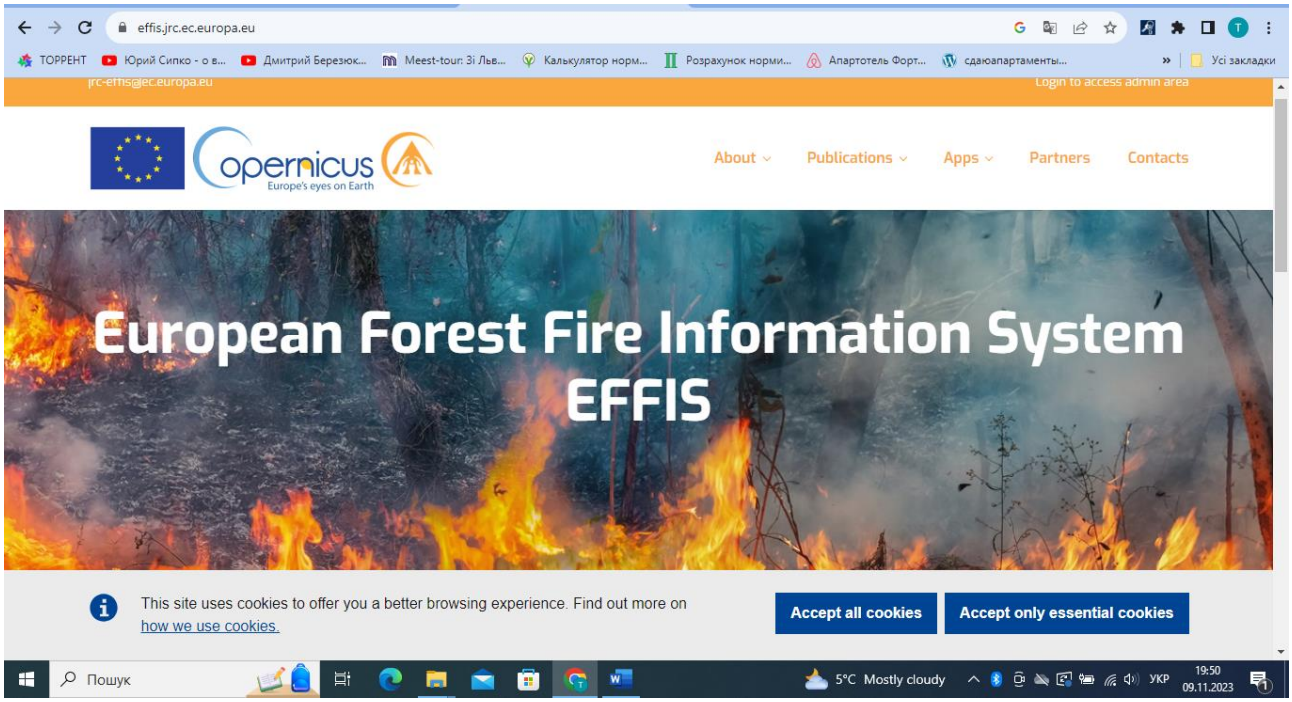

Рисунок 1.3 – Європейська інформаційна система про лісові пожежі EFFIS [11]

З 1998 року EFFIS підтримується мережею експертів із країн, що називаються «Експертна група з питань лісових пожеж», яка зареєстрована при Генеральному секретаріаті Європейської Комісії. Зараз ця група складається з експертів із 43 країн Європи, Близького Сходу та Північної Африки. У 2015 році EFFIS став одним із компонентів «Служби управління надзвичайними ситуаціями» у програмі ЄС Copernicus. Через EFFIS доступна низка спеціальних програм.

Система пожежної інформації для системи управління ресурсами (FIRMS) [17] поширює дані про активні пожежі майже в реальному часі (NRT) із спектрорадіометра зображення середньої роздільної здатності (MODIS) на борту супутників Aqua та Terra та комплекту радіометрів Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) на борту S- NPP і NOAA 20 (офіційно відомий як JPSS-1) (рис. 1.4).

У всьому світі ці дані доступні протягом 3 годин після супутникового спостереження, але для США та Канади виявлення активних пожеж доступне в режимі реального часу.

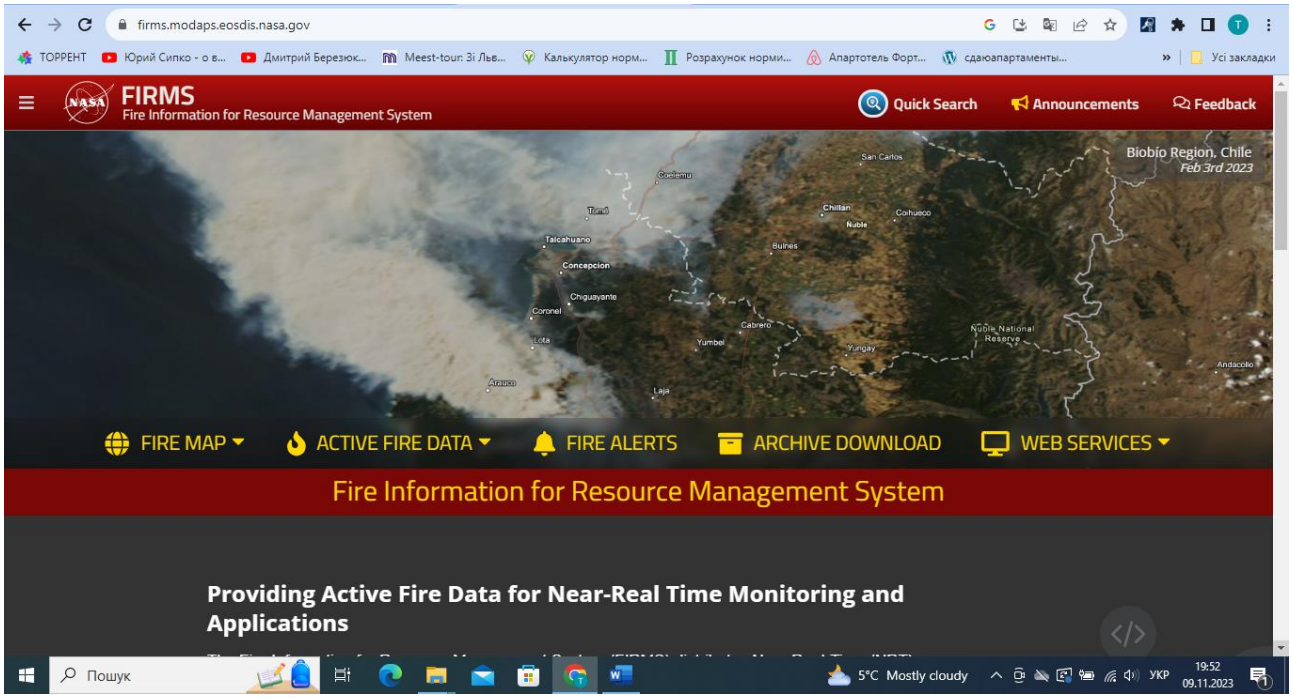

Рисунок 1.4 – Система пожежної інформації для системи управління ресурсами (FIRMS) [17]

Дані про активні пожежі/гарячі точки можна переглянути на «FIRMS FIRE MAP» або в «NASA WORLDVIEW», надіслати як сповіщення електронною поштою або завантажити в таких форматах: SHP, KML, TXT, WMS.

FIRMS [12] є частиною наземних, атмосферних можливостей NASA для EOS (LANCE). FIRE DATA ACADEMY містить приклади аналізу та візуалізації даних про пожежу за допомогою Google Colaboratory (Colab), Jupyter Notebooks і Python.

NASA FIRMS використовує супутникові спостереження з інструментів MODIS і VIIRS для виявлення активних пожеж і температурних аномалій і передає цю інформацію особам, які приймають рішення, майже в режимі реального часу за допомогою сповіщень електронною поштою, готових даних аналізу, онлайн-карт і веб-сервісів.

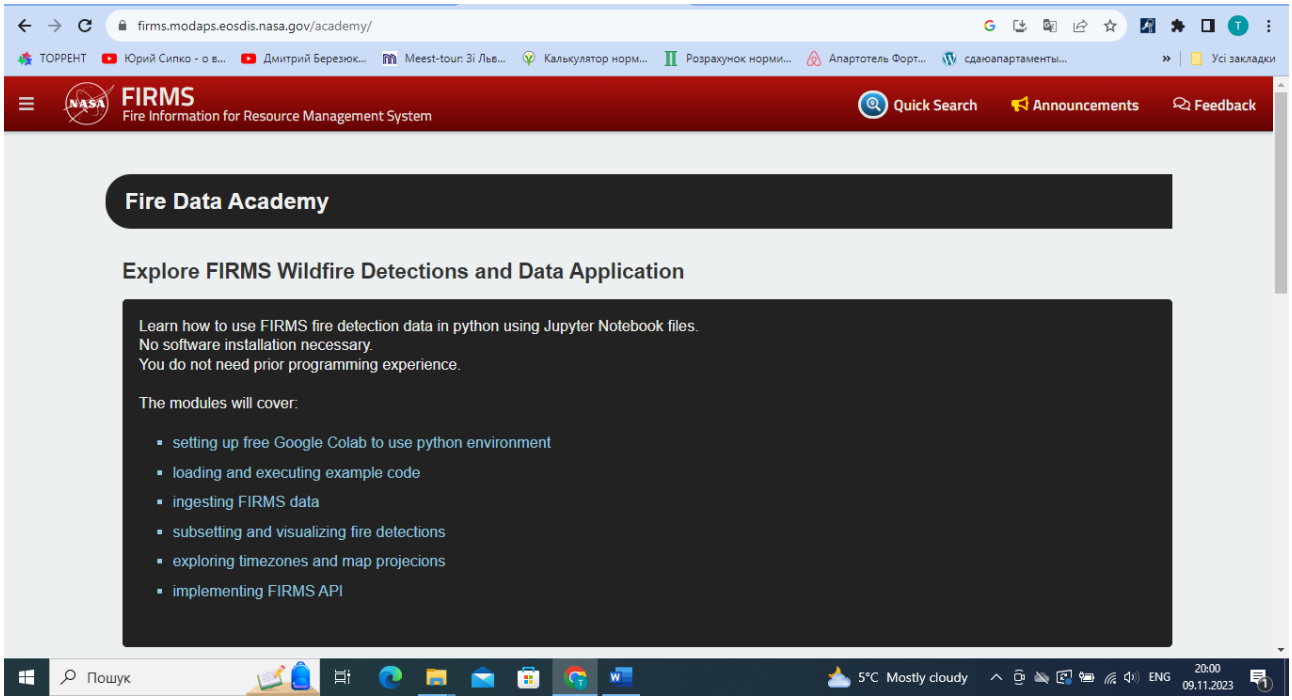

Рисунок 1.5 – Аналіз та візуалізаціz даних про пожежу FIRE DATA ACADEMY [12]

FIRMS спочатку був розроблений Університетом Меріленда за кошти Програми прикладних наук НАСА та Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО ООН). Його було передано NASA LANCE у 2012 році.

1.3. Системи підтримки прийняття рішень та їх інструментарій для виявлення небезпек та управління ними

СППР є областю дисципліни інформаційних систем (ІС), яка зосереджується на підтримці та покращенні прийняття управлінських рішень [22]. Враховуючи доступні дослідження СППР, вчені надали різні визначення, щоб представити різні погляди на СППР [8].

За даними Trianni et al. [23], DSS включає комп'ютерні системи, які вирішують проблеми, які можуть бути комбінацією структурованих і неструктурованих компонентів.

Ромішовський представив СППР як проблему прийняття рішення, яка була безперервною і мала запрограмовані та незапрограмовані компоненти [18]. Самуель та ін. [20] запропонував іншу перспективу та представив СППР як те, як комп'ютери беруть участь у процесах прийняття рішень як частину загальної системи організації. Метою розробки СППР є спроба підвищити ефективність особи, яка приймає рішення. У реальному розумінні СППР – це філософія розробки та використання інформаційних систем, а не технологія [9].

Походження СППР сходить до попередніх робіт у двох основних дослідницьких напрямках: теоретичне вивчення організаційного прийняття рішень, яке об'єднує три фази: інтелект, проектування та вибір та інтерактивні комп'ютерні системи [8**]**.

Проте вивчення процесу прийняття рішень і СППР розвинулося, включаючи інші дисципліни, такі як штучний інтелект, дослідження операцій, організаційні дослідження та інформаційні системи управління, які додали багатства та складності дослідженням СППР.

З точки зору сучасної професійної практики, СППР включає системи

- підтримки прийняття особистих рішень (PDSS),
- системи підтримки переговорів (NSS) [16], системи групової підтримки (GSS) [36],
- виконавчі інформаційні системи (EIS),
- онлайн аналітичну обробку системи (OLAP) [10], інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень (IDSS) [15],
- бізнес-аналітика (BI) [1],
- бізнес-аналітика (BA) [9].

За словами Арнотта, кожен із цих «типів СППР» представляє різну філософію підтримки, масштабу системи, рівня інвестицій та потенційного організаційного впливу. З іншого боку, вони можуть використовувати досить різні технології та підтримувати різні групи управління.

На рисунку 1.6 розширено попередній аналіз Арнотта, включаючи Big Data як новий тип DSS, оскільки він поєднує BA з IDSS. На малюнку показано еволюцію СППР через частково пов’язані підполя.

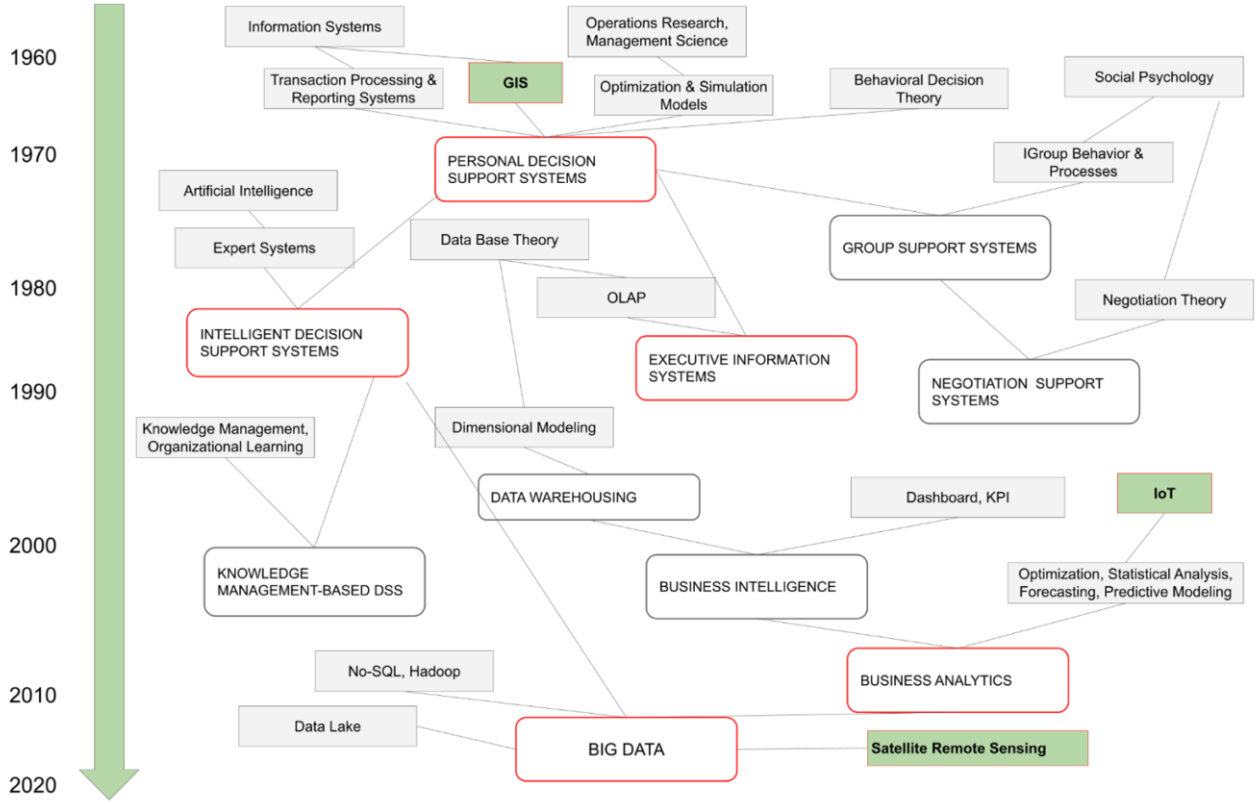

Рисунок 1.5 – Еволюція СППР через частково пов’язані підполя [9]

PDSS – це невеликі системи, які зазвичай розробляються для менеджера або невеликої кількості незалежних менеджерів, як правило, для управління завданням прийняття рішення, яке приймається індивідуально. GSS складається з набору програмного забезпечення, апаратного забезпечення, мовних компонентів і програмного забезпечення, яке підтримує групу людей, які беруть участь у нараді з прийняття рішень [36]. У цьому випадку відповідальність за рішення розподіляється між кількома керівниками.

NSS також працюють у груповому контексті, але, як вказує назва, вони передбачають застосування IT для полегшення переговорів. Виникло два підходи, перший з яких був проблемно-орієнтованим, а другий – з орієнтацією на процес [9].

Методи AI були застосовані для підтримки рішень, і ці системи зазвичай називаються інтелектуальними DSS або IDSS, хоча використовувався термін DSS на основі знань [15]. IDSS можна розділити на два покоління: перше передбачає використання експертних систем на основі правил, а друге покоління використовує нейронні мережі, генетичні алгоритми та нечітку логіку.

З іншого боку, сховище даних — це багатовимірний набір баз даних, створених для надання інформації про показники управління особам, які приймають рішення [10]. Ці системи надають оброблені дані для підтримки орієнтованого на користувача прийняття рішень через PDSS, EIS і OLAP.

DSS Wildland Fire має багато характеристик, які роблять її унікальною відмінністю від інших систем прийняття рішень, які використовувалися для боротьби з лісовими пожежами. Ці відмінності разом зі швидкістю реалізації представляють значну зміну в практиці управління пожежами.

Wildland Fire DSS повністю використовує всі аспекти управління інформацією, полегшує застосування новітніх досягнень науки і технологій, включає в себе найбільш застосовні атрибути прийнятих моделей прийняття рішень і модернізує управління пожежами, розширюючи можливості прийняття рішень. На думку автора, СППР має включати такі заходи:

- Придбання – швидке засвоєння всієї необхідної інформації щодо теми чи проблеми, яка потребує рішення та дії.
- Аналіз – оцінка всіх відповідних даних та інформації для розробки рекомендацій для підтримки прийняття рішень.
- Застосування – процес прийняття рішення, визначення відповідних дій для досягнення цілей і вирішення проблем.
- Архів – створення постійного запису про отримання, аналіз і застосування інформації.

Використання DSS адміністраторами пожеж стрімко зросло завдяки можливості вибору стратегій управління лісовими пожежами, враховуючи як

функціональну, так і економічну ефективність. Це зміцнило здатність запобігати та гасити пожежі, захищаючи життя та майно людей.

Сакелларіу провів дослідження, щоб проаналізувати сучасний стан використання DSS [19].

Системи були класифіковані як:

1) системи управління базами даних і математичні/економічні алгоритми для просторової оптимізації сил пожежогасіння;

2) симулятори природних пожеж і супутникові технології для негайного виявлення та прогнозування еволюції природних пожеж;

3) ГІС-платформи, які включають кілька інструментів для маніпулювання, обробки та аналізу географічних даних і розробки стратегічних і операційних планів.

Отже, сьогодні існує багато різновидів систем підтримки прийняття рішень. Однак, дослідники мало уваги приділяли системам підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад.

1.4. Аналіз стану використання систем підтримки прийняття для вирішення різних задач забезпечення безпеки

Задачі управління були знайдені в анотації множини статей або у вступі, і 26,57% робіт представили прогнози як задачу, яку потрібно вирішити. З іншого боку, 28,02% висловили потребу у виявленні стану та 22,22% у моніторингу обєктів. Це узгоджується з коментарем Сауді про постійну потребу організацій, відповідальних за пожежогасіння, для раннього виявлення [21].

З цього випливає, що чим більше часу від його зародження пожежі до виявлення, тим складніше з ним контролювати та боротися із ними. Види задач, які залишаються, зосереджені в основному на управлінні (8,7%) і потребі в моделюванні (5,8%) поведінки на основі різних факторів середовища.

Крім того, існувала потреба у профілактиці (7,73%) та створенні шляхів доступу для пожежників або організацій, відповідальних за порятунок (0,97%). На рис. 1.6 представлено графік залежності кількості знайдених досліджень від проблеми, яку потрібно вирішити.

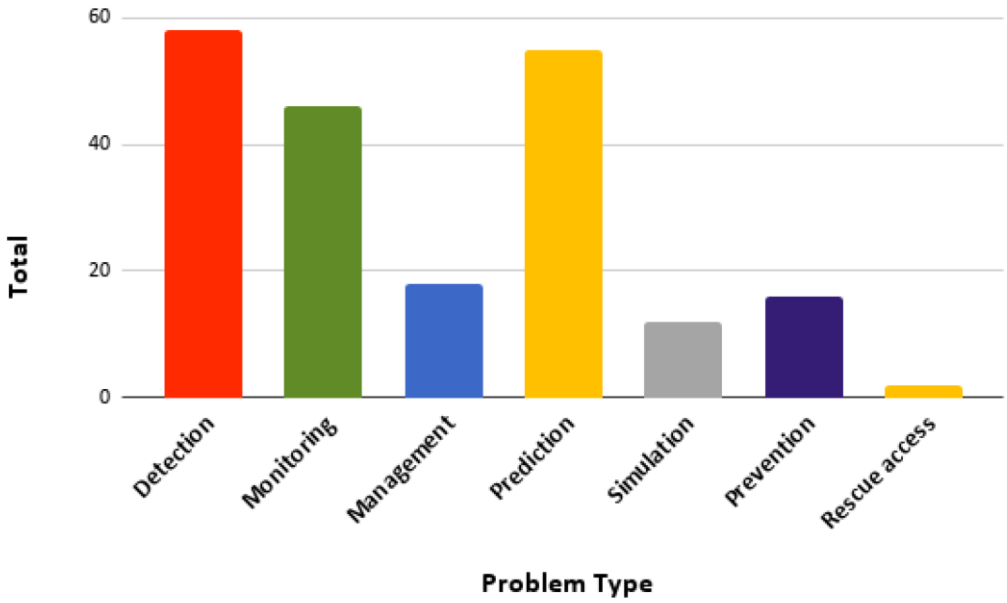

Рисунок 1.6 – Кількість знайдених досліджень у розрізі задач, які потрібно вирішити [21]

Виявлено, що 5,46% проаналізованих робіт вказали на використання IDSS, 56,83% використовували PDSS, що включало використання ГІС, 8,2% використовували BA і, нарешті, 5,46% використовували системи Big Data. На рис. 1.7 узагальнює цю кількість.

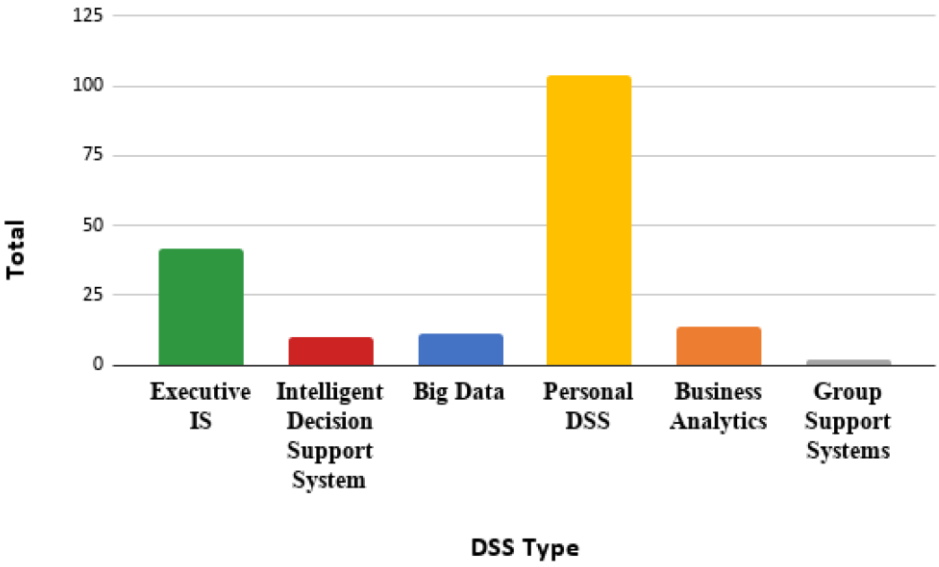

Рисунок 1.7 – Кількість досліджень за типом СППР

Було помічено, що найбільш широко використовуваним типом СППР залишається традиційний СППР (включаючи ГІС). Незважаючи на технологічний прогрес із застосуванням штучного інтелекту та великих даних, вони мало використовуються у сфері боротьби з лісовими пожежами. У цьому сенсі автори Noble [16] і Finney [13] правильно виявили, що практичне використання СППР передбачає кілька задач, які ще не вирішені, наприклад, простоту використання та спосіб доставки інформації до різних осіб під час пожежі. З іншого боку, відсутність кваліфікованого персоналу означає мало користі від боротьби з пожежами.

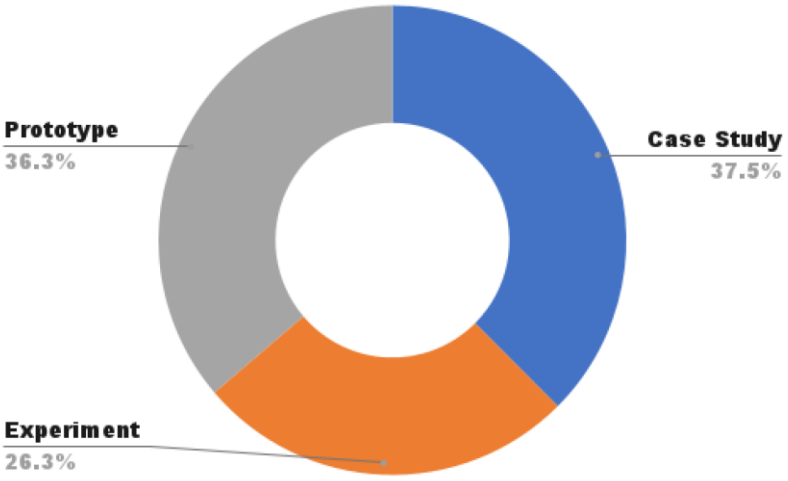

Рисунок 1.8 – Види виконаних досліджень

На рис. 1.8 показано, що 36,3% проаналізованих робіт використовували прототип як рішення виявлених задач. Також можна побачити, що розподіл був відносно справедливим між двома рештою: тематичним дослідженням (37,5%) та експериментом (26,3%).

На рис. 1.9 представлено хмару слів відповідно до технологій, згаданих у 183 проаналізованих дослідженнях. І бездротові сенсорні мережі, і інструменти WSN були найбільш згадуваними та видатними. З іншого боку, спостерігалося використання камер, GPS, IoT, GPRS і супутникових зображень. Використання хмарних обчислень і неструктурованих баз даних, таких як Hadoop, ще не є масовим.

Рисунок 1.8 – Хмара слів щодо використовуваних технологій у СППР для забезпечення безпеки

Встановлено, що є постійна присутність використання PDSS (56,83%) та EIS (22,95%). З іншого боку, було помічено, що в період між 2014 і 2015 роками було опубліковано небагато досліджень. Хоча BA використовується з 2011 року, спостерігалися лише пропозиції, на відміну від останніх років, коли він використовувався для проблеми аналізу даних -вирішення та прийняття рішень на місцях. Великі дані, з іншого боку, використовуються з 2016 року як рішення для аналізу неструктурованих даних (дані експертів).

1.5. Завдання кваліфікаційної роботи

Доцільність виконання кваліфікаційної роботи «Проектування системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад» зумовлюється актуальністю та соціальною важливості проблеми безпеки території сільських громад. Сільські території, що є основними джерелами продовольства та іншими частинами економіки, також стикаються з унікальними викликами та загрозами для безпеки. Системи проектування підтримки прийняття рішень можуть значно полегшити розв’язання цих проблем та сприяти сталому розвитку сільських громад.

Відповідно у роботі пропонується вирішити наступні завдання:

- виконати огляд сучасних систем підтримки прийняття рішень в галузі безпеки;
- здійснити проектування та розробку системи підтримки прийняття рішень;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях;
- оцінити ефективність системи підтримки прийняття рішень.

РОЗДІЛ 2.
ВИБІР ЗАСОБІВ ТА ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ПРОЕКТІВ РОЗВИТКУ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ НА ТЕРИТОРІЇ СІЛЬСЬКИХ ГРОМАД

2.1. Вибір засобів для системи підтримки прийняття рішень

Для реалізації системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад можна використовували наступні засоби. Насамперед було створено окреме програмне забезпечення. Для реалізації алгоритму визначення найбільш ефективних проектів використали програмне забезпечення, яке підтримує такі функції:

- введення і обробка даних про рівень безпеки в сільських громадах;
- розрахунок показників ефективності проектів;
- порівняння значень показників ефективності для різних проектів;
- вибір проекту з найбільшими значеннями показників ефективності.

Для реалізації цієї функції використовувати створені програмні продукти на мові Python.

Для введення і обробки даних про рівень безпеки в сільських громадах можна використовувати такі бібліотеки:

- Pandas – бібліотека для роботи з табличними даними;
- NumPy – бібліотека для роботи з числовими даними;
- Matplotlib – бібліотека для створення графіків.

Для розрахунку показників ефективності проектів та порівняння значень показників ефективності для різних проектів використовували бібліотеку NumPy – бібліотека для роботи з числовими даними.

Для вибору проекту із найбільшими значеннями показників ефективності використовували також бібліотеку NumPy.

В результаті використання цих бібліотек можна реалізувати всі необхідні функції для реалізації системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад.

Для зберігання даних про рівень безпеки в сільських громадах можна використовувати бази даних. Для реалізації цієї функції можна використовувати такі продукти, як Microsoft SQL Server, MySQL, PostgreSQL, Oracle. Нами обрано MySQL. MySQL є відкритим програмним забезпеченням, яке можна безкоштовно використовувати для комерційних цілей. Це означає, що його можна використовувати для розробки системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад без необхідності сплачувати ліцензійні платежі.

MySQL також є дуже популярним продуктом, який має широку спільноту користувачів і розробників. Це означає, що для MySQL доступне велике число навчальних матеріалів та допоміжних інструментів, що полегшує його використання та розробку.

Ще однією перевагою MySQL є його масштабованість. MySQL може працювати на різних платформах, включаючи персональні комп'ютери, сервери і хмарне середовище. Це дозволяє легко масштабувати систему підтримки прийняття рішень відповідно до потреб сільських громад.

Нарешті, MySQL є надійним і безпечним продуктом. MySQL має вбудовані функції захисту від несанкціонованого доступу та злому. Це важливо для забезпечення безпеки даних про рівень безпеки в сільських громадах.

Узагальнюючи, MySQL є хорошим вибором для зберігання даних про рівень безпеки в сільських громадах завдяки таким перевагам:

- відкрите програмне забезпечення;
- широка спільнота користувачів і розробників;
- масштабованість;
- надійність і безпека.

Звичайно, при виборі бази даних для зберігання даних про рівень безпеки в сільських громадах необхідно враховувати конкретні вимоги системи

підтримки прийняття рішень. Однак, MySQL є хорошим вибором для більшості випадків.

Для отримання даних про рівень безпеки в сільських громадах використовували Інтернет. Для реалізації цієї функції можна використовувати такі продукти, як API державних органів, API аналітичних компаній та API соціальних мереж.

API державних органів – це інтерфейси програмування, які дозволяють отримувати доступ до даних, які зберігаються в державних інформаційних системах. API державних органів можуть бути хорошим джерелом даних про рівень безпеки в сільських громадах. Наприклад, такі дані можна отримати з таких джерел: 1) дані про кількість інцидентів безпеки, які збираються правоохоронними органами; 2) дані про відчуття безпеки населення, які збираються соціологічними службами; 3) дані про рівень злочинності, які збираються статистичними органами.

API аналітичних компаній – це інтерфейси програмування, які дозволяють отримувати доступ до даних, які збирають і аналізують аналітичні компанії. API аналітичних компаній можуть бути хорошим джерелом даних про рівень безпеки в сільських громадах, які отримані за допомогою різних методів, таких як аналіз даних з соціальних мереж, аналіз даних з відеокамер, аналіз даних з датчиків.

API соціальних мереж – це інтерфейси програмування, які дозволяють отримувати доступ до даних, які публікуються користувачами соціальних мереж. API соціальних мереж можуть бути хорошим джерелом даних про рівень безпеки в сільських громадах, які публікуються користувачами соціальних мереж. Наприклад, такі дані можна отримати з таких джерел як повідомлення про інциденти безпеки, висловлювання про відчуття безпеки населення, оцінки рівня злочинності.

Вибір джерела даних для отримання даних про рівень безпеки в сільських громадах залежить від таких факторів як доступність даних, якість даних, вартість отримання даних.

Якщо дані доступні з відкритих джерел, то це може бути хорошим варіантом. Однак, такі дані можуть бути неповними або неякісними. Якщо дані доступні з закритих джерел, то це може бути більш надійним варіантом. Однак, такі дані можуть бути платними. У випадку, якщо немає доступу до даних з відкритих або закритих джерел, то можна використовувати дані, які збираються самостійно. Наприклад, можна проводити опитування населення або аналізувати дані з соціальних мереж.

2.2. Особливості визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад

Система підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад розробляється для об'єктивного оцінювання впливу різних проектів на загальний стан безпеки у сільській місцевості. Програма дозволяє вводити ключові параметри проектів та автоматично розраховувати їхню ефективність на основі змін кількості інцидентів та відчуття безпеки до та після впровадження проекту.

Ефективність від зниження кількості інцидентів визначається за формулою:

$$E_i = \frac{N_{iд} - N_{in}}{N_{iд}} \cdot 100, \qquad (2.1)$$

де $N_{iд}$ – кількість інцидентів до впровадження проекту, од;

N_{in} – кількість інцидентів після впровадження проекту, од.

Ефективність від покращення відчуття безпеки визначається за формулою:

$$E_{вб} = \frac{V_{бд} - V_{бп}}{V_{бд}} \cdot 100, \qquad (2.2)$$

де $V_{бд}$ – відчуття безпеки до впровадження проекту, %;

$V_{бп}$ – відчуття безпеки після впровадження проекту, %.

Загальна ефективність від реалізації проекту визначається за формулою:

$$E = E_i + E_{вб}. \qquad (2.3)$$

На кожну із складових формули (2.3) впливає множина мінливих чинників. Їх врахування пропонується виконувати на підставі побудови відповідних розподілів. Приклад для проектів «Система відеоспостереження» подано на рис. 2.1.

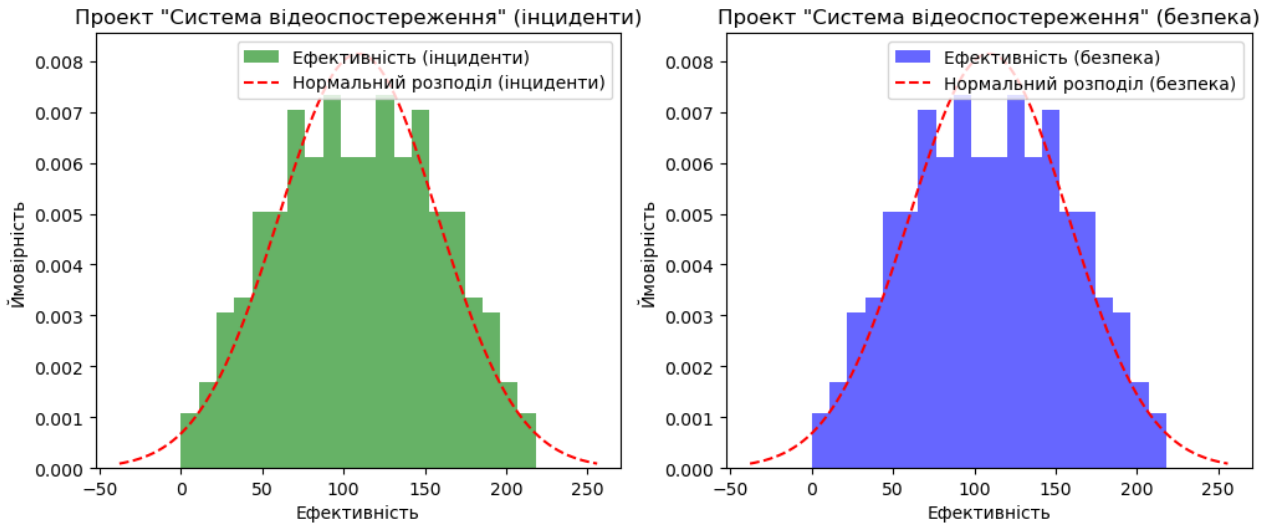

Рисунок 2.1 – Розподіли ефективності проектів «Система відеоспостереження» на території сільських громад від зміни кількості інцидентів та відчуття безпеки

На підставі аналізу статистичних даних нами побудовано залежність ефективності проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад від зміни кількості інцидентів та відчуття безпеки (рис. 2.2).

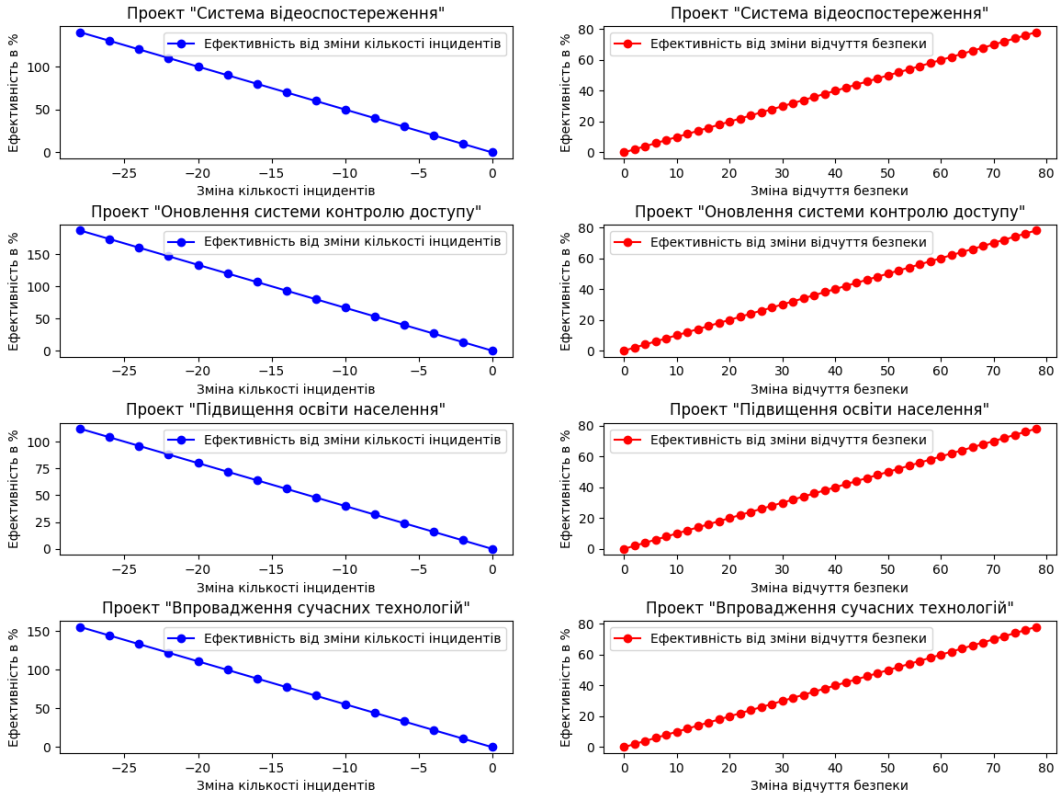

Рисунок 2.2 – Залежність ефективності проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад від зміни кількості інцидентів та відчуття безпеки

Нами побудовано залежності ефективності проектів різних видів проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад від зміни кількості інцидентів та відчуття безпеки (рис. 2.3).

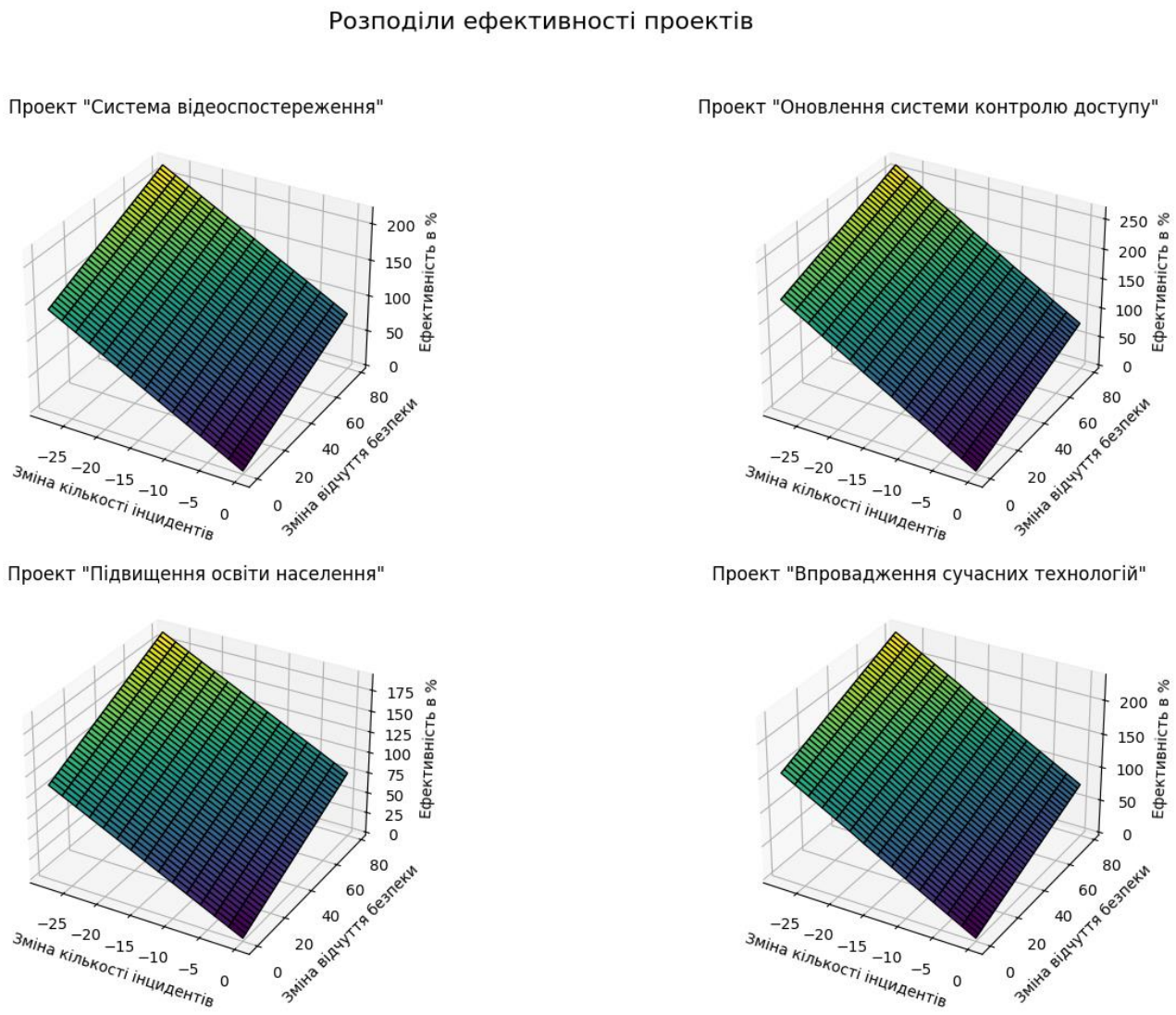

Рисунок 2.3 – Залежність ефективності проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад від зміни кількості інцидентів та відчуття безпеки

Отримані залежності описуються рівняннями:

- для проекту «Система відеоспостереження»:

$$E = -5,0 \cdot \Delta N_i + \Delta V_б, \qquad (2.4)$$

де ΔN_i – зміна інцидентів, од;

$\Delta V_б$ – зміна відчуття безпеки, %;

- для проекту «Оновлення системи контролю доступу»:

$$E = -0,25 - 6,66 \cdot \Delta N_i + \Delta V_б, \qquad (2.5)$$

- для проекту «Підвищення освіти населення»:

$$E = -4,0 \cdot \Delta N_i + \Delta V_б, \qquad (2.6)$$

- для проекту «Впровадження сучасних технологій»:

$$E = -0,275 - 5,55 \cdot \Delta N_i + \Delta V_б, \qquad (2.7)$$

На підставі аналізу статистичних даних нами побудовано залежність ефективності проектів різних видів проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад від їх бюджету (рис. 2.4).

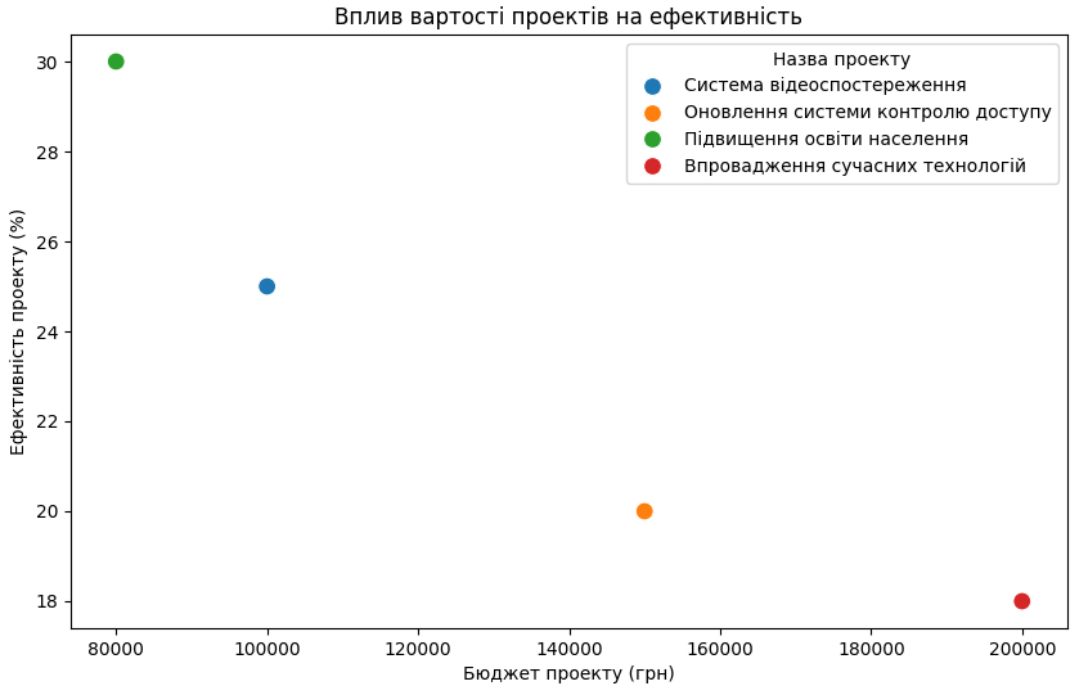

Рисунок 2.4 – Залежність ефективності різних видів проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад від їх бюджету

Додатково, на графіках нами відображено зміну ефективності відносно зміни кількості інцидентів та відчуття безпеки. Це дозволяє чітко визначити, як саме проект вплинув на рівень безпеки у сільській громаді та врахувати у проектованій системі підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад.

Такий підхід надає об'єктивний та кількісний спосіб оцінки ефективності проектів та допомагає приймати обґрунтовані рішення з розвитку систем безпеки на території сільських громад.

2.3. Обґрунтування функціональних моделей визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад

Для розробки структурно-функціональних моделей визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад були використані методи структурного аналізу та функціонального моделювання інформаційних систем [34].

Обґрунтування функціональних моделей процесів, які відбуваються під час визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад, було проведено за допомогою методології SADT. Ця методологія дозволяє створити функціональні моделі для таких процесів:

- збір, передача та зберігання інформації;
- аналіз отриманих даних;
- визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад;
- визначення показників ефективності проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад;
- прийняття управлінських рішень.

Контекстна діаграма процесу визначення ефективності проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад у нотації IDEF0 подана на рисунку 2.5.

Розроблена контекстна діаграма процесу визначення ефективності проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад включає п'ять взаємопов'язаних етапів (рис. 2.5).

Дана діаграма дозволяє здійснювати збір, обробку та зберігання даних, які використовуються для управлінського процесу планування. Цей процес є основою для прийняття якісних управлінських рішень щодо відбору ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад.

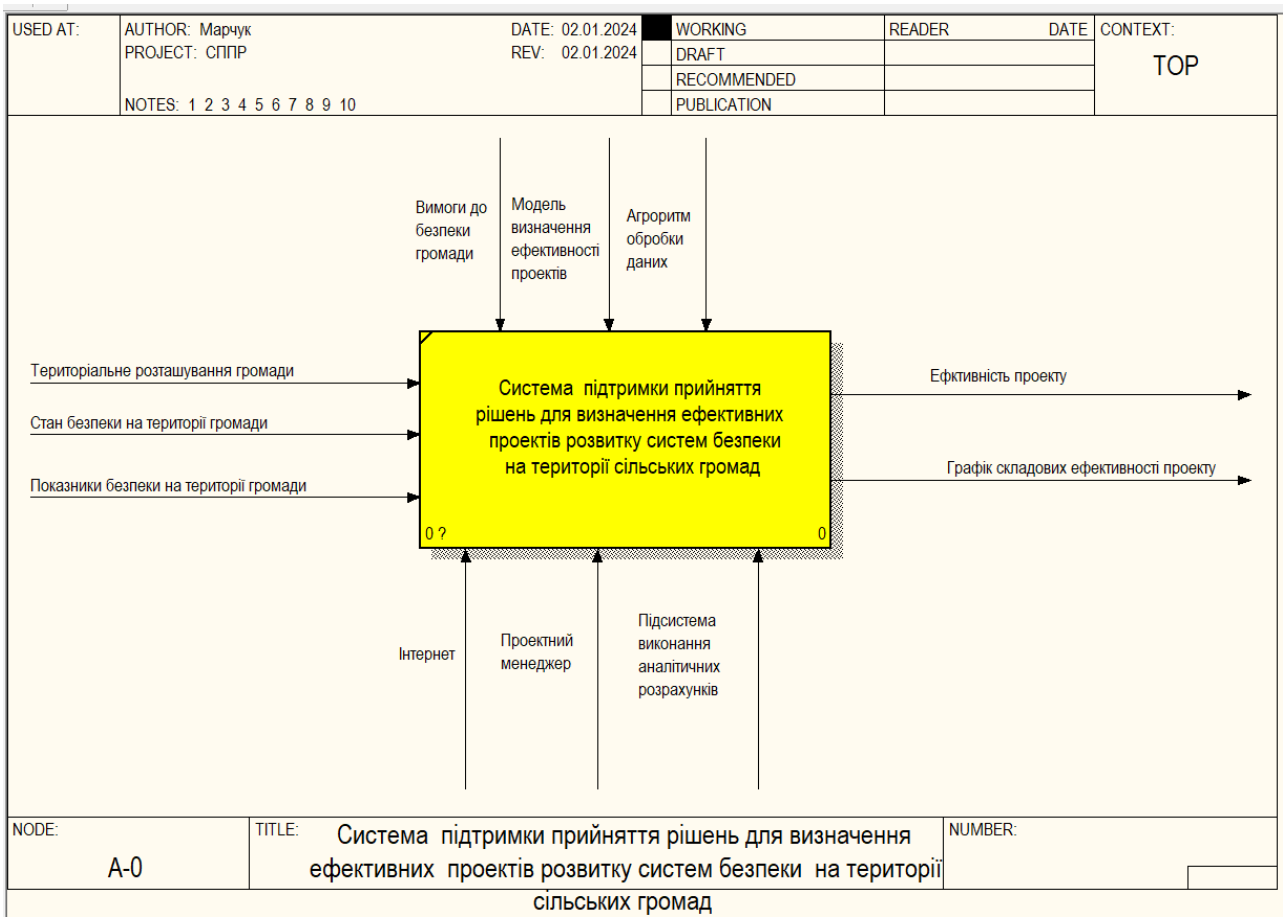

Рисунок 2.5 – Контекстна діаграма процесу визначення ефективності проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад

Для створення бази даних збирається інформація про розташування господарств-виробників молока, статистичні дані щодо умов середовища, добові обсяги молока, а також технічні характеристики автотранспортних засобів для його транспортування. Ці дані перевіряються та зберігаються в базу даних за допомогою Інтернету. На основі цих даних створюються різні варіанти компонентів системи збору молока, які аналізуються за чинними вимогами. Під час перевірки отриманих даних на коректність використовується підсистема збору та обробки даних, і також в процесі цього залучаються проектні менеджери.

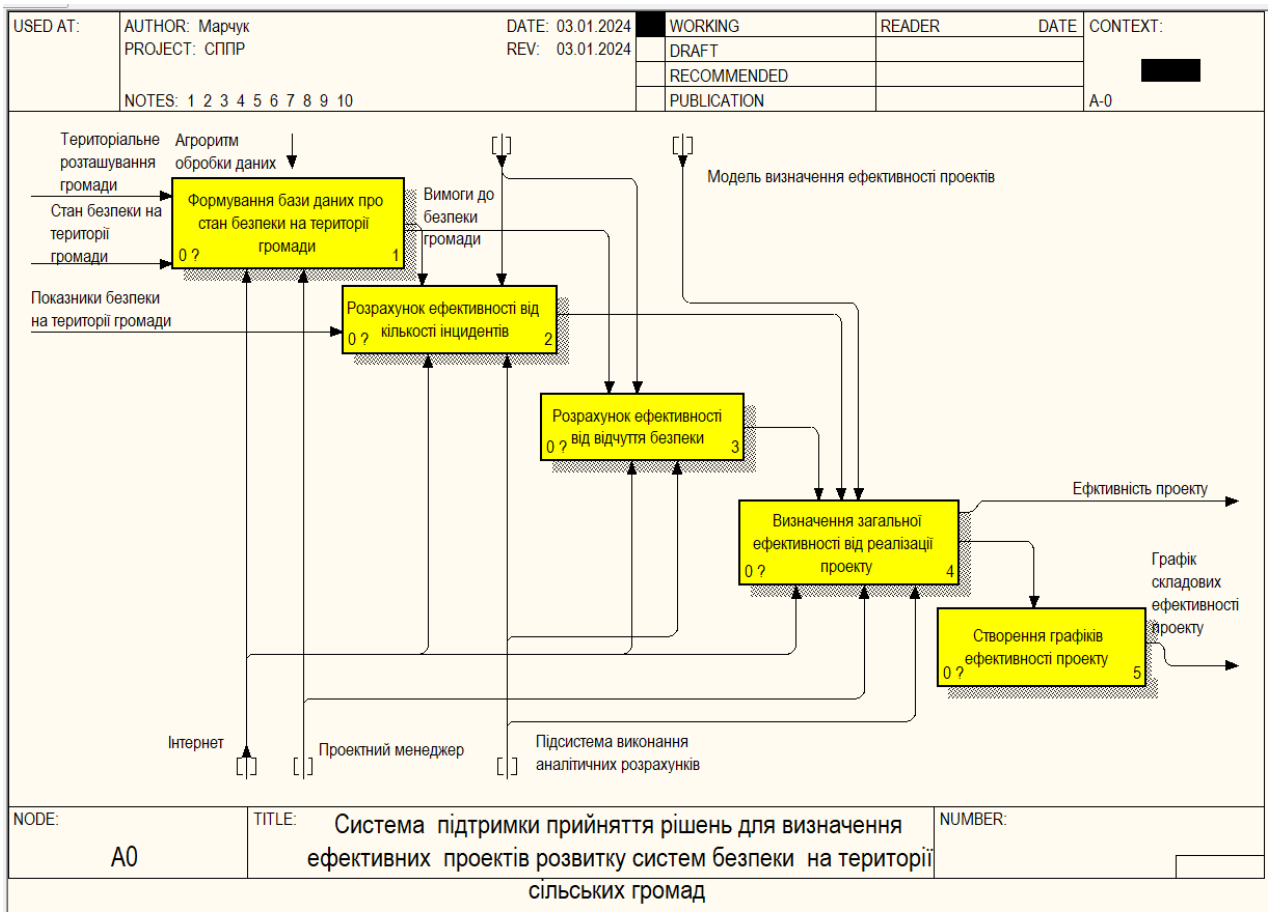

Рисунок 2.6 – Функціональна модель процесу визначення ефективності проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад

Дані про чинники проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад є цінним ресурсом для управління процесами та прийняття рішень. Вони використовуються для створення бази знань, яка містить інформацію про стан безпеки на території сільських громад. Ця база знань використовується для забезпечення функціонування інших процесів і сприяє прийняттю ефективних управлінських рішень.

Схема процесу формування бази даних про систему безпеки на території сільських громад показує, що процес формування бази даних є складним і багаторівневим. Він включає в себе збір даних з різних джерел, їх обробку, внесення до бази даних. Вона представлена на рис. 2.7.

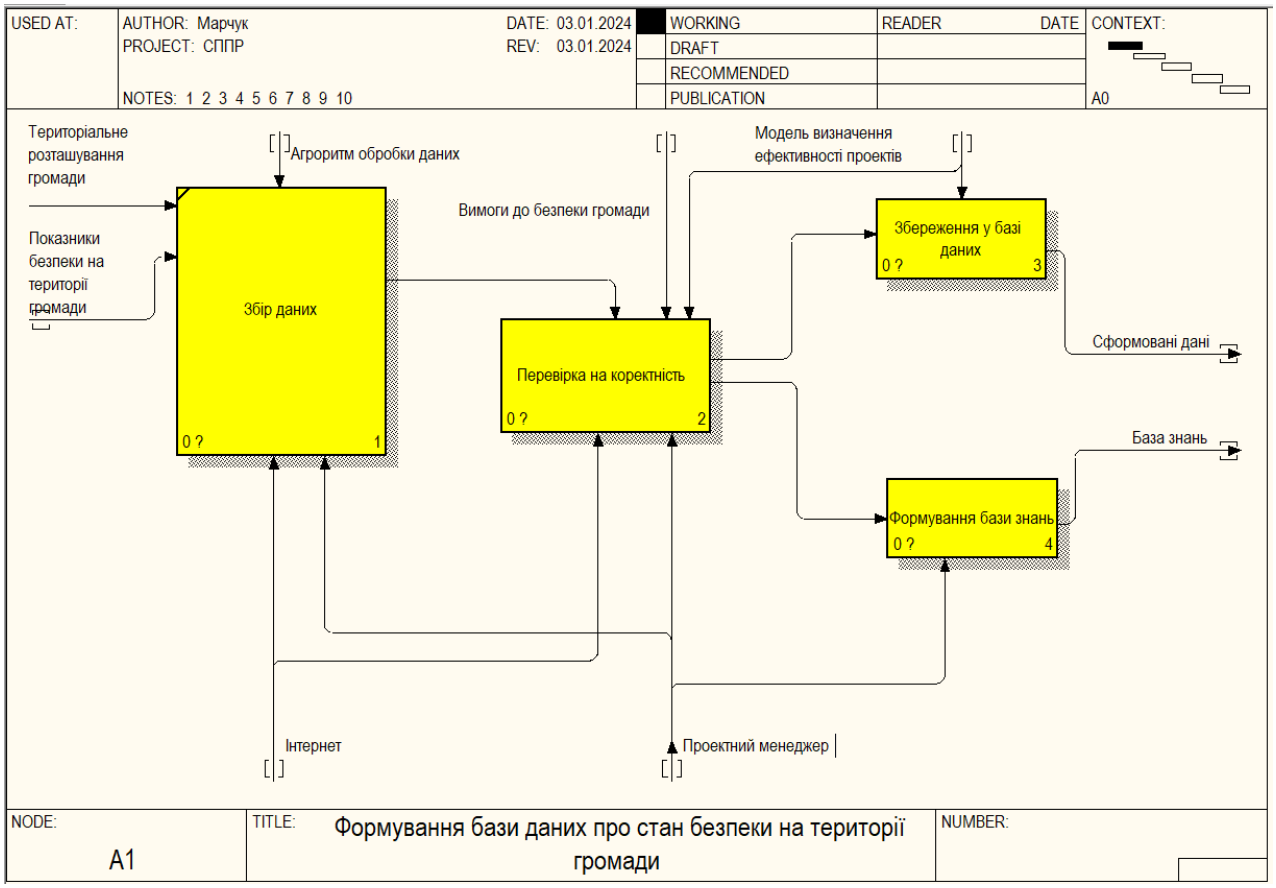

Рисунок 2.7 – Діаграма процесу формування бази даних про систему безпеки на території сільських громад

Збір даних для процесу визначення ефективності проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад здійснюється за допомогою моделі та попередньо обробленої інформації з різних джерел. Отримані дані реєструються у базі даних на сервері для подальшого використання.

РОЗДІЛ 3.
РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ПРОЕКТІВ РОЗВИТКУ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ НА ТЕРИТОРІЇ СІЛЬСЬКИХ ГРОМАД

3.1. Доцільність розробки системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективності проектів безпеки

Сучасні сільські громади стикаються з різноманітними викликами в галузі безпеки, такими як злочинність, аварії та інші небезпеки. Покращення систем безпеки на території сільських громад є важливим завданням для забезпечення життєздатності та благополуччя мешканців. Однак, вибір ефективних проектів для розвитку систем безпеки може бути складним завданням, оскільки воно вимагає аналізу різноманітних чинників та критеріїв.

Метою даної роботи є розробка системи підтримки прийняття рішень, яка допоможе визначити та оцінити ефективність проектів розвитку систем безпеки в сільських громадах. Основними завданнями дослідження є:

1. Створення системи підтримки прийняття рішень – розробка програмного забезпечення, яке використовує розроблену методологію для автоматизованого аналізу проектів розвитку систем безпеки.

2. Тестування та апробація системи – проведення практичних випробувань системи на реальних даних сільських громад для перевірки її ефективності та точності результатів.

3. Обговорення та висновки – аналіз отриманих результатів, їхнє порівняння з існуючими методами вибору проектів та висновки щодо можливостей впровадження розробленої системи.

Розробка ефективної системи прийняття рішень у цьому напрямку може сприяти підвищенню рівня безпеки в сільських громадах та оптимізації витрат на реалізацію проектів у цій сфері.

Розробка системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективності проектів безпеки на території сільських громад є доцільною із кількох ключових причин. Система надає можливість проводити комплексний аналіз різноманітних аспектів проектів безпеки, враховуючи якісні та кількісні критерії ефективності.

Використання алгоритмів та методів аналізу дозволить уникнути суб'єктивного впливу при прийнятті рішень, роблячи процес більш об'єктивним та обґрунтованим.

Система дозволить визначити та відділити ефективні проекти від менш ефективних, спрямовуючи ресурси на ті ініціативи, які найбільше сприятимуть підвищенню рівня безпеки.

Автоматизована система значно прискорить процес вибору та оцінки проектів, що дозволить ефективно використовувати час та зменшити ймовірність помилок.

Система може бути адаптована до конкретних умов та потреб сільських громад, що робить її гнучкою та відповідною вимогам різних регіонів. Зазначена система буде важливим інструментом для владних органів, розробників проектів та громадськості, сприяючи підвищенню ефективності та якості реалізації проектів з покращення систем безпеки в сільських громадах.

3.2. Створення вікна користувача системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективності проектів безпеки

Для створення вікна користувача системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективності проектів безпеки нами написано код, що використовує бібліотеку Tkinter для створення графічного інтерфейсу користувача (GUI) для системи підтримки прийняття рішень. Давайте розглянемо кожен елемент вікна. Насамперед виконується імпорт потрібних бібліотек (рис. 3.1).

```
In [1]: import tkinter as tk
        from tkinter import filedialog
        from PIL import Image, ImageTk
        import matplotlib.pyplot as plt
        from matplotlib.backends.backend_tkagg import FigureCanvasTkAgg
```

Рисунок 3.1 – Код для імпорту потрібних бібліотек

Використовуються бібліотеки tkinter для створення GUI, PIL для роботи зображеннями, і matplotlib для побудови графіків.

У подальшому створюється клас Project (рис. 3.2).

```
In [2]: class Project:
            def __init__(self, name, cost, incidents_before, incidents_after, sense_of_security_before, sense_of_security_after):
                # Конструктор класу для представлення проекту
                self.name = name
                self.cost = cost
                self.incidents_before = incidents_before
                self.incidents_after = incidents_after
                self.sense_of_security_before = sense_of_security_before
                self.sense_of_security_after = sense_of_security_after
```

Рисунок 3.2 – Код для створення класу Project

Клас Project визначає об'єкт проекту з основними параметрами.

У подальшому створюється функція calculate_reduction (рис. 3.3).

```
In [3]: def calculate_reduction(incidents_before, incidents_after):
            # Розрахунок відсоткового зменшення інцидентів
            return ((incidents_before - incidents_after) / incidents_before) * 100 if incidents_before > 0 else 0
```

Рисунок 3.3 – Код для створення функції calculate_reduction

Функція для розрахунку відсоткового зменшення кількості інцидентів.

Створюються функції для роботи з даними:

- on_load_data – завантаження початкових даних у вікно;
- on_calculate – розрахунок ефективності проекту на основі введених даних;
- on_clear – очищення полів та графіків.

Після цього створюється функція clear_graphs (рис. 3.4).

```
In [4]: def clear_graphs():
            # Очищення графіків
            plt.clf()
```

Рисунок 3.4 – Код для створення функції clear_graphs

Представлений код (рис. 3.5) забезпечує створення функції для побудови гістограми на основі змін ефективності проекту.

```
In [5]: def plot_histogram(project):
            # Побудова гістограми зі змінами ефективності
            fig, ax = plt.subplots()
            # ... (код побудови гістограми)
            # Відображення гістограми в Tkinter вікні
            canvas = FigureCanvasTkAgg(fig, master=root)
            canvas_widget = canvas.get_tk_widget()
            canvas_widget.grid(row=10, column=1, columnspan=3)
```

Рисунок 3.5 – Код для створення функції побудови гістограми

На наступному кроці виконується створення основного вікна (рис. 3.6).

```
In [6]: root = tk.Tk()
        root.title("Системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських
        root.geometry("1200x900")  # Встановлення розмірів вікна
```

Рисунок 3.6 – Код для створення основного вікна

Представлений код (рис. 3.6) забезпечує створення вікна з визначеними заголовком та розмірами.

Після цього виконується створення графічних елементів і розташування їх у вікні. Зокрема, прописуються елементи введення (Entry), мітки (Label), кнопки (Button), розташування елементів у вікні за допомогою grid та виконується створення кнопки для очищення графіків (рис. 3.7).

```
In [7]: clear_graphs_button = tk.Button(root, text="Очистити графіки", command=clear_graphs, font=font_large)
        clear_graphs_button.grid(row=7, column=3, pady=10, padx=10)
```

Рисунок 3.7 – Код для створення графічних елементів і розташування їх у вікні

Передбачена кнопка для очищення графіків, яка викликає функцію clear_graphs.

Виконується запуск головного циклу вікна (рис. 3.8).

```
In [8]: root.mainloop()
```

Рисунок 3.8 – Код для запуску головного циклу вікна

Запуск головного циклу вікна забезпечує утримування вікно в робочому стані.

Описаний вище код створює простий інтерфейс для введення даних про проект та виведення ефективності проекту, включаючи графіки для візуалізації змін (рис. 3.9).

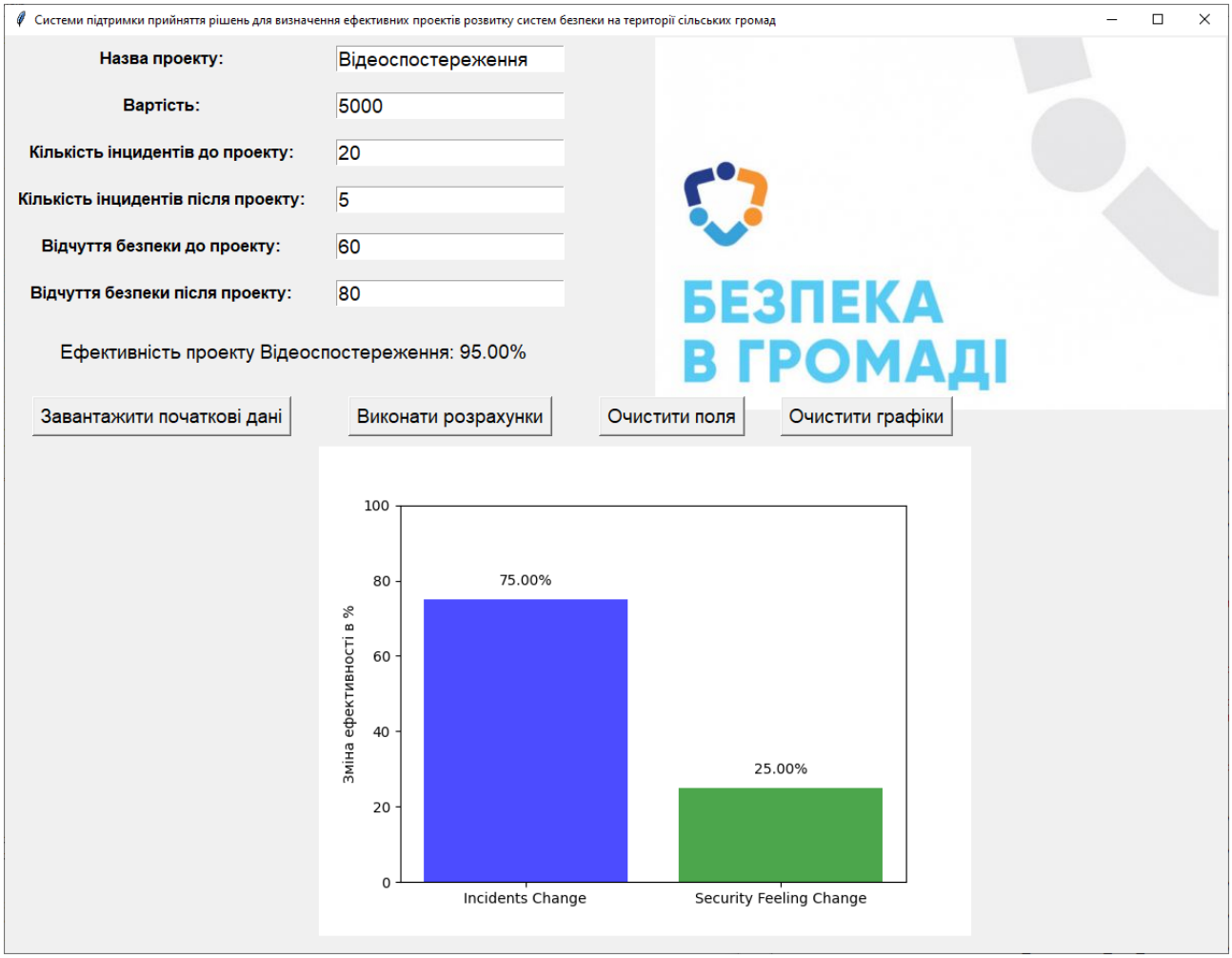

Рисунок 3.9 – Загальний вигляд вікна користувача системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективності проектів безпеки

Загальний вигляд вікна користувача системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективності проектів безпеки виглядає наступним чином. Передбачено заголовок вікна – «Системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад».

Заданий розмір вікна становить 1200x900 пікселів. Передбачено фонове зображення. Задній план вікна містить фотографію, завантажену з файлу "ckground_image.jpg". Це створює приємний естетичний ефект.

Передбачено шість полів введення для введення даних про проект. Кожне поле має мітку, що пояснює, яка інформація повинна бути введена.

Створено кнопки:

- «Завантажити початкові дані» – завантаження попередньо встановлених даних для зручності користувача;
- «Виконати розрахунки» – запуск обчислень ефективності проекту на основі введених даних;
- «Очистити поля» – очищення полів введення та результатів розрахунків;
- «Очистити графіки» – очищення графічного відображення результатів.

Передбачено для виведення результатів обчислень мітку, що відображає результатів розрахунків щодо ефективності проекту.

Створено розділ для графічного відображення результатів розрахунків у вигляді гістограми. Графік показує зміни ефективності проекту відносно кількості інцидентів та відчуття безпеки.

Також є кнопка для очищення графіків. Кнопка, яка дозволяє очистити графіки для зручності користувача при зміні введених даних.

Зображення «ckground_image.jpg» виступає як фонове зображення вікна, що додає візуальний ефект. Використані різні шрифти для полів введення, міток, кнопок та результатів для поліпшення читабельності та стилістичної єдності. Різні елементи відзначені заздалегідь встановленими значеннями для зручності користувача.

Це вікно надає інтерфейс для введення даних про проект, виконання розрахунків та відображення результатів у вигляді тексту та графіків.

3.3. Створення функціональних модулів системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективності проектів безпеки

Функціональні модулі системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективності проектів безпеки можуть бути організовані в різні модулі для реалізації конкретних функціональних блоків. У нашому коді можна виділити наступні функціональні аспекти, що забезпечили створення відповідних модулів. Насамперед створено модуль для роботи з даними проекту (рис. 3.10).

```
In [9]: # project_data_module.py

class ProjectData:
    def __init__(self, name, cost, incidents_before, incidents_after, sense_of_security_before, sense_of_security_after):
        self.name = name
        self.cost = cost
        self.incidents_before = incidents_before
        self.incidents_after = incidents_after
        self.sense_of_security_before = sense_of_security_before
        self.sense_of_security_after = sense_of_security_after

def load_default_data():
    # Функція для завантаження початкових даних
    return ProjectData("Відеоспостереження", 5000, 20, 5, 60, 80)
```

Рисунок 3.10 – Код для створення модуля роботи з даними проекту

Цей код (рис. 3.10) містить модуль project_data_module.py, який визначає клас ProjectData та функцію load_default_data. Клас ProjectData представляє об'єкт, який містить дані проекту. Конструктор __init__ ініціалізує атрибути об'єкта (name, cost, incidents_before, incidents_after, sense_of_security_before, sense_of_security_after) на основі введених параметрів. Функція load_default_data для завантаження початкових даних return ProjectData («Відеоспостереження», 5000, 20, 5, 60, 80). Ця функція повертає об'єкт класу ProjectData зі зазначеними початковими значеннями. Використовується для ініціалізації полів введення початковими даними, щоб забезпечити зручність користувача при початковому введенні даних. Цей модуль визначає структуру даних та забезпечує можливість швидкого завантаження початкових значень для подальшого використання в системі підтримки прийняття рішень.

Наступним розроблено модуль для обчислень та аналізу даних (рис. 3.11).

In [10]:
```python
# analysis_module.py

def calculate_reduction(incidents_before, incidents_after):
    return ((incidents_before - incidents_after) / incidents_before) * 100 if incidents_before > 0 else 0

def calculate_effectiveness(project):
    reduction = calculate_reduction(project.incidents_before, project.incidents_after)
    improvement = project.sense_of_security_after - project.sense_of_security_before
    return reduction + improvement
```

Рисунок 3.11 – Код для створення модуля обчислень та аналізу даних

Код (рис. 3.10) в analysis_module.py містить дві функції для аналізу ефективності проектів безпеки. Давайте розглянемо цей код більш детально . Функція calculate_reduction обчислює відсоткове зменшення кількості інцидентів після введення заходів безпеки. Використовується формула ((incidents_before - incidents_after) / incidents_before) * 100 для розрахунку зменшення. Повертає відсоткове зменшення, або 0, якщо кількість інцидентів до введення заходів безпеки була нульовою.

Функція calculate_effectiveness обчислює загальну ефективність проекту, враховуючи зменшення кількості інцидентів та поліпшення відчуття безпеки. Використовується функція calculate_reduction для розрахунку зменшення кількості інцидентів. Розраховується ефективність проектів як різницю між відчуттям безпеки після та до введення заходів безпеки. Повертається сума зменшення та покращення, що представляє загальну ефективність проекту. Ці функції можуть бути використані для числового аналізу та порівняння різних проектів безпеки на основі їхньої ефективності.

Розроблено модуль для побудови графіків (рис. 3.12).

In [11]:
```python
# plotting_module.py
import matplotlib.pyplot as plt

def plot_histogram(project):
    fig, ax = plt.subplots()
    # ... (код побудови гістограми)
    return fig
```

Рисунок 3.12 – Код для створення модуля побудови графіків

Код (рис. 3.12) в plotting_module.py включає функцію для побудови гістограми ефективності проекту. Функція plot_histogram призначена для побудови гістограми, що відображає зміни ефективності проекту в результаті введення заходів безпеки. Використовується бібліотека matplotlib для побудови графіків. Створюється новий об'єкт fig, ax для графічного відображення. Передбачено повернення об'єкту fig, який є екземпляром класу matplotlib.figure.Figure. Цей об'єкт може використовується для подальших маніпуляцій з графіком або відображений у вікні Tkinter.

Запропонований модуль служить для візуалізації результатів ефективності проекту у вигляді гістограми та може бути використаний у нашому Tkinter-додатку для інтерактивного відображення графіків.

Розроблено модуль для взаємодії з графічним інтерфейсом (рис. 3.13).

In [12]:
```python
# gui_module.py
import tkinter as tk
from PIL import Image, ImageTk
from project_data_module import load_default_data
from analysis_module import calculate_effectiveness
from plotting_module import plot_histogram

def on_load_data(entry1, entry2, entry3, entry4, entry5, entry6):
    default_data = load_default_data()
    entry1.delete(0, tk.END)
    entry1.insert(0, default_data.name)
    entry2.delete(0, tk.END)
    entry2.insert(0, str(default_data.cost))
    entry3.delete(0, tk.END)
    entry3.insert(0, str(default_data.incidents_before))
    entry4.delete(0, tk.END)
    entry4.insert(0, str(default_data.incidents_after))
    entry5.delete(0, tk.END)
    entry5.insert(0, str(default_data.sense_of_security_before))
    entry6.delete(0, tk.END)
    entry6.insert(0, str(default_data.sense_of_security_after))

def on_calculate(entry1, entry2, entry3, entry4, entry5, entry6, result_label):
    name = entry1.get()
    cost = int(entry2.get())
    incidents_before = int(entry3.get())
    incidents_after = int(entry4.get())
    sense_of_security_before = int(entry5.get())
    sense_of_security_after = int(entry6.get())

    project = ProjectData(name, cost, incidents_before, incidents_after, sense_of_security_before, sense_of_security_after)

    effectiveness = calculate_effectiveness(project)

    result_label.config(text=f"Ефективність проекту {name}: {effectiveness:.2f}%")

    return project

def clear_graphs(canvas_widget):
    plt.clf()
    canvas_widget.destroy()

def plot_project_graph(project, root):
    fig = plot_histogram(project)
    canvas = FigureCanvasTkAgg(fig, master=root)
    canvas_widget = canvas.get_tk_widget()
    canvas_widget.grid(row=10, column=1, columnspan=3)
    return canvas_widget
```

Рисунок 3.13 – Код для створення модуля взаємодії з графічним інтерфейсом

Код в gui_module.py (рис. 3.13) містить функції для взаємодії з графічним інтерфейсом Tkinter та іншими модулями для обробки та візуалізації даних.

Функція on_load_data забезпечує завантаження початкових даних проекту та вставляє їх в відповідні елементи введення Tkinter. Викликає функцію load_default_data з модуля project_data_module для отримання початкових значень проекту.

Функція on_calculate **о**тримує введені користувачем дані проекту та викликає функцію calculate_effectiveness з модуля analysis_module для розрахунку ефективності. Виводить результат ефективності у відповідному мітці result_label Tkinter.

Функція clear_graphs очищує графіки, використовуючи функцію plt.clf() з модуля matplotlib. Знищує віджет Tkinter, який містить графік, використовуючи метод .destroy().

Функція plot_project_graph будує гістограму на основі даних проекту, використовуючи функцію plot_histogram з модуля plotting_module. Відображає графік у вікні Tkinter за допомогою FigureCanvasTkAgg.

Ці функції викликаються з основного файлу програми для обробки подій та взаємодії з користувачем у нашому Tkinter-додатку.

Розроблено основний файл програми (рис. 3.14).

In [13]:
```python
# main.py
import tkinter as tk
from PIL import Image, ImageTk
from gui_module import *

def main():
    root = tk.Tk()
    root.title("Системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільсь
    root.geometry("1200x900")

    image = Image.open("F:/Dipl_2023/Dipl_mag_126/Марчук/ckground_image.jpg")
    photo = ImageTk.PhotoImage(image)
    background_label = tk.Label(root, image=photo)
    background_label.place(relx=1, rely=0, anchor='ne')

    font_bold = ("Arial", 12, "bold")
    font_large = ("Arial", 14)

    entry1 = tk.Entry(root, font=font_large)
    entry2 = tk.Entry(root, font=font_large)
    entry3 = tk.Entry(root, font=font_large)
    entry4 = tk.Entry(root, font=font_large)
    entry5 = tk.Entry(root, font=font_large)
    entry6 = tk.Entry(root, font=font_large)

    label1 = tk.Label(root, text="Назва проекту:", font=font_bold)
    label2 = tk.Label(root, text="Вартість:", font=font_bold)
    label3 = tk.Label(root, text="Кількість інцидентів до проекту:", font=font_bold)
    label4 = tk.Label(root, text="Кількість інцидентів після проекту:", font=font_bold)
    label5 = tk.Label(root, text="Відчуття безпеки до проекту:", font=font_bold)
    label6 = tk.Label(root, text="Відчуття безпеки після проекту:", font=font_bold)

    result_label = tk.Label(root, text="", font=font_large)

    load_data_button = tk.Button(root, text="Завантажити
```

Рисунок 3.14 – Код основного файлу програми

Файл main.py (рис. 3.14) містить основний код для створення Tkinter-вікна та інтерфейсу користувача для введення та відображення результатів проекту з безпеки. Основні елементи коду включають:

1. Створення головного вікна Tkinter – визначається об'єкт root як головне вікно Tkinter. Встановлюється заголовок та розміри вікна.

2. Завантаження та відображення фонового зображення – використовується бібліотека PIL для завантаження фонового зображення. Створюється віджет Label для відображення зображення у вікні.

3. Створення елементів введення та міток – створюються об'єкти Entry для введення даних та Label для міток.

4. Створення кнопки для завантаження початкових даних – створюється кнопка для виклику функції on_load_data з модуля gui_module для завантаження початкових даних.

5. Створення кнопки для розрахунку ефективності проекту – створюється кнопка для виклику функції on_calculate з модуля gui_module для розрахунку та відображення ефективності.

6. Створення кнопки для очистки графіків – створюється кнопка для виклику функції clear_graphs з модуля gui_module для очищення графіків.

7. Виведення результатів та розміщення елементів у вікні – створюються віджети Label для виведення результатів розрахунків. Елементи розміщуються відповідно до їхніх рядків та стовпців у вікні.

8. Запуск Tkinter-циклу – запускається цикл Tkinter за допомогою методу mainloop, який чекає на події та реагує на їхні обробники.

Цей файл доповнює решту модулів, створюючи повноцінний Tkinter-додаток для введення та аналізу даних проектів безпеки.

3.4. Тестування та апробація системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективності проектів безпеки

Тестування та апробація системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективності проектів безпеки є важливим етапом в розробці програмного забезпечення. Нами проведено перевірку функціональності, коректності розрахунків, а також здатності системи взаємодіяти з користувачем.

При цьому було виконано введення значень для проекту та перевірка, чи правильно виводяться результати. Здійснена перевірка розрахунків ефективності для введених значень.

Виконано спробу ввести текст або символи замість числових значень. Перевірено, як система обробляє некоректні введення та чи надає коректні повідомлення про помилку. Під час натискання кнопки «Завантажити початкові дані» перевірено, чи введені значення змінюються на значення за замовчуванням.

Виконано натискання кнопки «Виконати розрахунки» та перевірено правильність розрахунків та виведення результатів. Виконано натискання

кнопки «Очистити графіки» та перевірку, чи графіки очищаються від попередніх результатів.

Проведено запуск системи з реальними або симульованими даними та перевірка її зручності та естетичного вигляду (рис. 3.15).

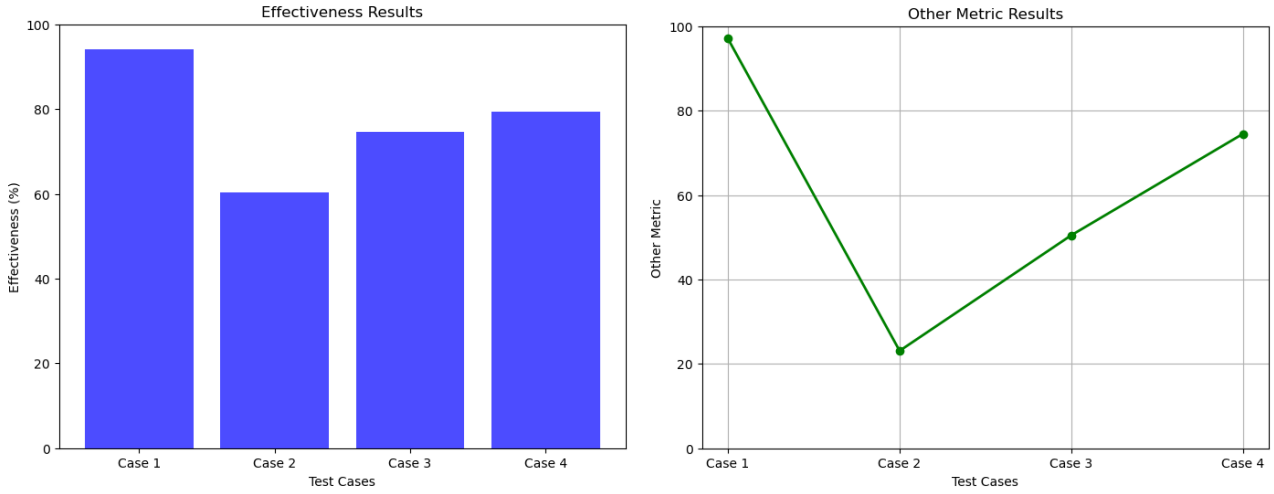

Рисунок 3.15 – Результати визначення показників ефективності різних видів проектів безпеки

Для тестування системи підтримки прийняття рішень нами виконано експерименти та створено графіки і здійснено вивід результатів тестування. Побудовано графік зміни відхилень між прогнозованими та реальними даними визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад (рис. 3.16).

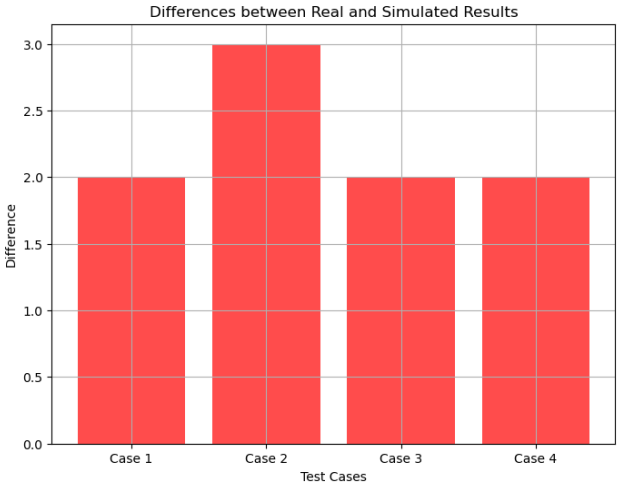

Рисунок 3.15 – Графік зміни відхилень між прогнозованими та реальними даними визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад

Нами виконано різні операцій з графіками для перевірки коректності їх відображення. Встановлено, що відхилення між прогнозованими та реальними даними визначення ефективності проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад не перевищують 3%, що свідчить про достатню точність запропонованої системи підтримки прийняття рішень.

Нами було проведено тестування як з користувачем, так і автоматизовані тести, щоб забезпечити високий рівень якості та надійності системи підтримки прийняття рішень.

Подальші дослідження потребують проведення практичних випробувань системи на реальних даних сільських громад для перевірки її ефективності та точності результатів.

РОЗДІЛ 4.
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників під час розробки системи підтримки прийняття рішень

Небезпечні і шкідливі виробничі чинники є одними з основних факторів, які впливають на безпеку праці на виробництві. Вони можуть призвести до травм, захворювань і навіть смерті працівників.

Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників є важливим етапом розробки системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад. Цей аналіз дозволяє визначити, які небезпечні і шкідливі виробничі чинники існують на території громади, і оцінити їхній потенційний вплив на безпеку праці.

Перелік небезпечних та шкідливих виробничих чинників наведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. Небезпечні та шкідливі виробничі чинники

Фізичні	Рухомі машини та механізми, електрика, підвищена або знижена температура, підвищена або знижена вологість, загазованість, задимлення, запиленість, шум, вібрація
Хімічні	Токсичні речовини, канцерогенні речовини, мутагенні речовини, шкідливі речовини, які впливають на репродуктивну систему
Біологічні	Бактерії, віруси, грибки, паразити
Психофізіологічні	Відсутні

В приміщенні розробки системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території

сільських громад присутні небезпечні чинники, та за умов дотримання заходів безпеки, вони не є критичним.

Таким чином, аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників є важливим компонентом розробки системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад. Він дозволяє забезпечити ефективне використання ресурсів і досягнення найкращих результатів у сфері охорони праці.

4.2. Заходи реагування на небезпечні і шкідливі виробничі чинники під час розробки системи підтримки прийняття рішень

Небезпечні і шкідливі виробничі чинники є одними з основних факторів, які впливають на безпеку праці на виробництві. Вони можуть призвести до травм, захворювань і навіть смерті працівників. Розробка заходів реагування на небезпечні і шкідливі виробничі чинники є важливим етапом розробки системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад. Цей етап дозволяє розробити ефективні заходи щодо запобігання або зменшення негативного їх впливу на працівників.

Розробка заходів реагування передбачає конкретні заходи щодо запобігання або зменшення негативного впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників на працівників. Впровадження нових технологій, наприклад, заміна ручної праці на механізовану, або ж використання безпечних матеріалів і обладнання. Застосування засобів індивідуального захисту, таких як каски, рукавички, спецодяг, респіратори. Проведення навчання працівників з охорони праці, або надання першої допомоги.

У контексті розробки системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території

сільських громад, розробка заходів реагування на НШВЧ може бути використана для таких цілей:

Таким чином, розробка заходів реагування на небезпечні і шкідливі виробничі чинники є важливим компонентом системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад. Вона дозволяє забезпечити ефективне використання ресурсів і досягнення найкращих результатів у сфері охорони праці.

Конкретні заходи реагування на небезпечні і шкідливі виробничі чинники, розроблені в рамках системи підтримки прийняття рішень, можуть включати в себе заходи щодо усунення або зниження рівня небезпечних і шкідливих виробничих чинників, впровадження нових технологій, які зменшують вплив небезпечних і шкідливих виробничих чинників на працівників, застосування засобів індивідуального захисту.

Впровадження розроблених заходів реагування на небезпечні і шкідливі виробничі чинники є важливим етапом забезпечення безпеки праці на виробництві. Це дозволяє зменшити ризик травм і захворювань працівників, а також підвищити рівень безпеки праці на виробництві.

4.3. Розробка логічно-імітаційної моделі процесу виникнення травм під час монтажу системи підтримки прийняття рішень

Розробка логічно-імітаційної моделі процесу виникнення травм під час монтажу системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки є важливим завданням для оцінки та запобігання потенційним небезпекам на робочому місці. Ця модель дозволяє аналізувати та прогнозувати ризики травматичних ситуацій, а також розробляти ефективні заходи з покращення безпеки праці під час монтажу системи підтримки прийняття рішень.

Для побудови логіко-імітаційної моделі процесу, формування і виникнення аварії та травми під час монтажу системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки складемо список базових подій. Вони лежатимуть у основі даної моделі. Кожному пункту списку присвоюємо певне значення ймовірності виникнення. Нижче подано сам список:

1. Стан контролю з охорони праці ..... **P_1 = 0,2;**
2. Несерйозне відношення до проходження ТО інструменту **P_2 = 0,1;**
3. Відсутність комплектуючих установки..... **P_3 = 0,2;**
4. Невисока міцність ..... **P_4 = 0,03;**
5. Використання застарілого обладнання..... **P_6 = 0,02;**
6. Попадання сторонніх предметів ..... **P_7 = 0,4;**
7. Досвід роботи виконавця ..... **P_{12} = 0,35.**
8. Професійний рівень виконавця ..... **P_{13} = 0,5;**
9. Психофізіологічний стан виконавця..... **P_{14} = 0,083;**

На основі цього переліку формуємо матрицю логічних зв'язків між окремими елементами, графічне представлення якої можна побачити на рисунку 4.1.

Далі проводимо розрахунок ймовірностей виникнення подій, що входять у дану логіко-імітаційну модель процесу монтажу системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки, враховуючи наприклад ймовірність отримання травми виконавцем.

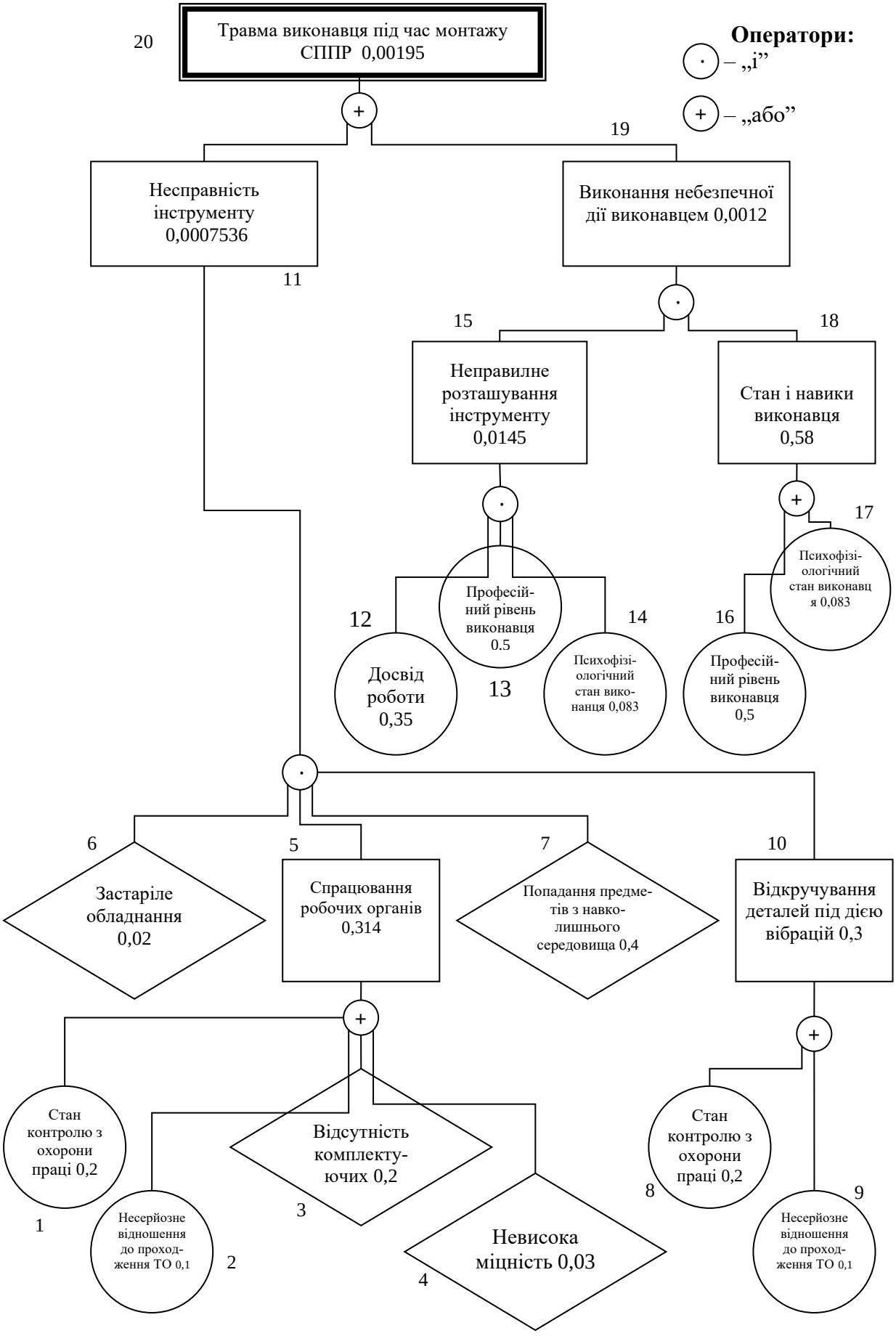

Рис. 4.1. Логіко-імітаційна модель процесу формування та виникнення аварії та травми під час монтажу системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки

Ймовірність виникнення події P_5 визначаємо наступним чином:

$$P_5 = 02 + 0{,}1 + 0{,}2 + 0{,}003 - 0{,}2 \cdot 0{,}1 - 0{,}2 \cdot 0{,}03 - 0{,}2 \cdot 0{,}03 - 0{,}1 \cdot 0{,}2 - 0{,}1 \cdot 0{,}03 - $$
$$- 0{,}2 \cdot 0{,}03 + 0{,}2 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}2 + 0{,}1 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}03 + 0{,}2 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}2 + 0{,}2 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}03 - $$
$$- 0{,}2 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}03 = 0{,}314$$

Ймовірність виникнення події P_{10} визначаємо так:

$$P_{10} = 0{,}2 + 0{,}1 = 0{,}3.$$

Ймовірність виникнення події P_{11} визначаємо:

$$P_{11} = 0{,}02 \cdot 0{,}314 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}3 = 0{,}00075.$$

Ймовірність виникнення події P_{15} визначаємо наступним чином:

$$P_{15} = 0{,}35 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}083 = 0{,}0145.$$

Ймовірність події P_{18}:

$$P_{18} = 0{,}5 + 0{,}083 = 0{,}58.$$

Ймовірність події P_{19}:

$$P_{19} = 0{,}0145 \cdot 0{,}083 = 0{,}0012.$$

Ймовірність події P_{20}:

$$P_{20} = 0{,}00075 + 0{,}0012 = 0{,}00195.$$

Створення логіко-імітаційних моделей аварій та травм сприяє зниженню ризику виникнення небезпечних ситуацій та травматичних інцидентів. При необхідності оцінки рівня безпеки будь-якого робочого місця, важливо ретельно вивчити та побудувати логічні моделі потенційно небезпечних ситуацій, що включають як стан обладнання та самого робочого місця, так і поведінку працівника, і розрахувати ймовірність виникнення травми.

4.4. Розробка заходів безпеки під час надзвичайних ситуацій

Розробка заходів безпеки під час надзвичайних ситуацій включає в себе процес створення та впровадження стратегій та заходів, спрямованих на забезпечення безпеки та захисту в любих критичних сценаріях. Це важливий

етап в управлінні безпекою, який передбачає розробку, впровадження та оновлення планів дій для відповіді на різноманітні надзвичайні ситуації, такі як природні катастрофи, техногенні аварії чи інші загрози.

Розробка систем підтримки прийняття рішень (СППР) може включати в себе обробку чутливої інформації та важливих даних. Забезпечення безпеки для осіб, які виконують розробку СППР, є критичним завданням. Ось конкретні заходи безпеки для цих фахівців.

Розробити та навчити персонал використовувати план евакуації в разі надзвичайної ситуації. Створити план відновлення роботи системи після аварії для мінімізації втрат часу та даних. Розробити систему надійного зв'язку для спілкування зі всім персоналом під час екстрених ситуацій. Визначити пункти контакту для негайного зв'язку та навчити персонал їх використовувати.

Встановити сигналізацію тривоги для оперативного інформування про надзвичайні події та виклик евакуації. Забезпечити, щоб робочі приміщення відповідали стандартам безпеки, включаючи системи пожежогасіння, вихідні шляхи та схеми евакуації. Проводити регулярні тренування та симуляції, щоб перевірити ефективність планів дій під час надзвичайних ситуацій.

Забезпечити регулярне резервне копіювання та зберігання даних в безпечному місці для їх подальшого відновлення. Визначити особу або групу, відповідальну за безпеку даних під час кризових ситуацій.

Навчити персонал надавати першу допомогу в разі травм та інших надзвичайних ситуацій. Забезпечити наявність необхідного обладнання для виживання, такого як аптечки, ковдри, ліхтарі тощо.

Перераховані етапи допомагають створити комплексну та ефективну систему заходів безпеки, яка забезпечить адекватну реакцію на надзвичайні ситуації та мінімізує можливі наслідки. Забезпечення виконання цих заходів безпеки може значно покращити готовність та відповідь на надзвичайні ситуації під час розробки СППР.

РОЗДІЛ 5.
ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ВІД ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ПРОЕКТІВ РОЗВИТКУ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ НА ТЕРИТОРІЇ СІЛЬСЬКИХ ГРОМАД

Визначення економічного ефекту від використання системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад може бути виконане через ретельний аналіз великої кількості факторів.

Усі необхідні дані для розрахунку економічного ефекту від використання запропонованої системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад отримано з попередніх розділів цієї роботи. Вартість програмно-технічних засобів системи підтримки прийняття рішень включає витрати на розробку програмного продукту, придбання основних технічних компонентів та проведення монтажних робіт. За розрахунками загальна вартість цих засобів становить 25200 грн.

З метою забезпечення прибутковості запропонованої системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад при умові досягнення рентабельності на рівні $P_м = 10\%$, визначається її вартість за допомогою формули:

$$Ц_м = C_п + C_п \cdot (P_м / 100). \qquad (5.1)$$

де $C_п$ – вартість програмно-технічних засобів системи підтримки прийняття рішень, грн.; $P_м$ – мінімальна рентабельність запропонованої системи підтримки прийняття рішень, %.

У разі введення відповідних значень у формулу (5.1), ми отримаємо наступний результат:

$$Ц_м = 45200 + 45200 \cdot (10/100) = 49720 \text{ грн.}$$

Балансова вартість розробленої системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад визначається за формулою:

$$C_{бал} = Ц \cdot K_{тп}, \quad (5.2)$$

де $Ц$ – вартість складових системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад; $K_{тп}$ – коефіцієнт, що характеризує витрати ($K_{тп} = 1.05$).

У разі введення відповідних значень у формулу (5.2), ми отримаємо вартість системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад:

$$C_{бал} = 49720 \cdot 1,05 = 52206 \text{грн.}$$

Для підтримки роботи системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад щороку потрібно покривати витрати на її утримання. Ці витрати включають оплату праці працівників, амортизацію обладнання, витрати на електроенергію та обслуговування.

Таблиця 5.1 Результати розрахунку економічної ефективності від використання системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад

№ з/п	Показник	Одиниця вимірювання	Значення
1	Вартість програмно-технічних засобів	грн.	25200
2	Експлуатаційні витрати на функціонування системи	грн.	23250
3	Вартість розробленого програмного забезпечення і проведення тестування системи	грн.	52206
4	Собівартість системи підтримки	грн.	100656

	прийняття рішень		
5	Приведені витрати на функціонування системи підтримки прийняття рішень	грн./рік	49353
6	Економічний ефект від системи підтримки прийняття рішень	грн./рік	60241
7	Термін окупності капітальних вкладень у систему підтримки прийняття рішень	років	0,82

Витрати на операційне утримання системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад складають 36450 грн. Розробка необхідного програмного забезпечення для системи підтримки прийняття рішень та проведення його тестування обійшлись у 32600 грн. Загальна собівартість системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад становить 69050 грн.

Економічна ефективність системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад обчислюється за допомогою формули:

$$E_{ІСППР} = (П_1 - П_2) - З_{ІСППР}\ , \qquad (5.3)$$

де $П_2$ – обсяг втрат коштів громадою із системою підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад, грн.; $П_1$ – обсяг втрат коштів громадою без системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад, грн.; $З_{ІСППР}$ – річні приведені затрати на систему підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад.

Річні приведені затрати на систему підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад становлять:

$$З_{ІСППР} = E_н \cdot C_{бал} + B_р \,. \tag{5.4}$$

Підставивши значення до формули (5.4) маємо річні приведені витрати коштів на функціонування системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад:

$$З_{ІСППР} = 0{,}1 \cdot 52206 + 23250 = 49353 \text{ грн.}$$

Підставивши значення у (5.3) отримаємо економічний ефект від функціонування системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад:

$$E_{ІСППР} = (210250 \; - \; 100656) \; - \; 49353 = 60241 \text{грн.}$$

Тривалість окупності інвестицій у системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад визначається із формули:

$$T_{ок} = \frac{З_{ІСППР}}{E_{ІСППР}} \,. \tag{5.5}$$

У разі введення відповідних значень у формулу (5.5), ми отримаємо наступний результат:

$$T_{ок} = \frac{49353}{60241} = 0{,}82 \text{ року.}$$

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Проектування системи підтримки прийняття рішень є важливим завданням для забезпечення безпеки сільських громад. Впровадження цієї системи сприятиме підвищенню ефективності управління безпекою, що буде мати позитивний вплив на сталий розвиток сільських територій.

Нами проаналізовано особливості розвитку систем безпеки на території сільських громад. Розвиток систем безпеки на території сільських громад має ряд особливостей, які необхідно враховувати. Окремі громади пропонують розробку безпекових паспортів (рис. 1.1). Розвиток систем безпеки на території сільських громад є важливим завданням для забезпечення сталого розвитку цих територій.

Нами виконано аналіз платформ та систем управління ресурсами із інформацією про пожежі. На сьогодні відомо багато різновидів систем підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів щодо безпеки на території громад. Заслуговують на увагу системи управління ресурсами (FIRMS), європейська інформаційна система про лісові пожежі EFFIS, а також система аналізу та візуалізації даних про пожежі FIRE DATA ACADEMY. Зазначені системи є вагомим практичним інструментарієм, однак їх використати для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад неможливо через їх вузьку безпекову спеціалізацію.

Проведений аналіз систем підтримки прийняття рішень та їх інструментарій для виявлення небезпек та управління ними. На основі цього аналізу виявлено, що існуючі підходи та інструменти можна оптимізувати та адаптувати для конкретних потреб сільської громади.

Встановлено, що існує потреба у подальшому дослідженні та реалізації інтегрованих систем безпеки, які охоплюють різні аспекти безпеки громад. При цьому слід звернути увагу на дослідження можливостей передбачення ризиків у

сільських громадах, що дозволяє більш точно визначити ефективність проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад.

Нами виконано вибір засобів для розробки системи підтримки прийняття рішень. Для реалізації алгоритму визначення ефективних проектів використали програмне забезпечення, яке підтримує такі функції: 1) введення і обробка даних про рівень безпеки в сільських громадах; 2) розрахунок показників ефективності проектів; 3) порівняння значень показників ефективності для різних проектів; 4) вибір проекту з найбільшими значеннями показників ефективності. Для реалізації цієї функції використовувати створені програмні продукти на мові Python. Для введення і обробки даних про рівень безпеки в сільських громадах можна використовувати такі бібліотеки Pandas; NumPy; Matplotlib. Для зберігання даних про рівень безпеки в сільських громадах обрано MySQL.

Визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад базується на методиці, яка передбачає визначення ефективності від зниження кількості інцидентів та від покращення відчуття безпеки. На кожну із складових формули (2.3) впливає множина мінливих чинників. Їх врахування пропонується виконувати на підставі побудови відповідних розподілів. На підставі аналізу статистичних даних нами побудовано залежності ефективності проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад від зміни кількості інцидентів та відчуття безпеки (рис. 2.2). Це дозволяє чітко визначити, як саме проект вплинув на рівень безпеки у сільській громаді та врахувати у проектованій системі підтримки прийняття рішень.

Для розробки структурно-функціональних моделей визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад були використані методи SADT структурного аналізу та функціонального моделювання інформаційних систем. Нами виконано розробку функціональних моделей визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад.

Для створення вікна користувача системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективності проектів безпеки нами написано код, що використовує бібліотеку Tkinter для створення графічного інтерфейсу користувача (GUI) для системи підтримки прийняття рішень. Описаний вище код створює простий інтерфейс для введення даних про проект та виведення ефективності проекту, включаючи графіки для візуалізації змін (рис. 3.9).

Функціональні модулі системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективності проектів безпеки можуть бути організовані як різні модулі для реалізації конкретних функціональних блоків. У нашій роботі можна виділити наступні функціональні аспекти, що забезпечили створення відповідних модулів. Створено модуль для роботи з даними проекту (рис. 3.10), розроблено модуль для обчислень та аналізу даних (рис. 3.11), модуль для побудови графіків (рис. 3.12) та модуль для взаємодії з графічним інтерфейсом (рис. 3.13). Розроблено основний файл програми (рис. 3.14), що доповнює решту модулів, створюючи повноцінний Tkinter-додаток для введення та аналізу даних проектів безпеки.

Нами виконано різні операцій з графіками для перевірки коректності їх відображення. Встановлено, що відхилення між прогнозованими та реальними даними визначення ефективності проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад не перевищують 3%, що свідчить про достатню точність запропонованої системи підтримки прийняття рішень.

Впровадження розроблених заходів реагування на небезпечні і шкідливі виробничі чинники є важливим етапом забезпечення безпеки праці. Це дозволяє зменшити ризик травм і захворювань працівників, а також підвищити рівень безпеки праці працівників.

Виконаний розрахунок економічного ефекту свідчить про те, що використання запропонованої системи підтримки прийняття рішень для визначення ефективних проектів розвитку систем безпеки на території сільських громад дає можливість заощадити кошти на суму 60241 грн. Термін окупності капіталовкладень у систему становить 0,82 року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Підручник. Вид. 5-е, доповнене. Львів: Афіша, 2012. 350с.

2. Класифікація в Python з Scikit-Learn та Pandas. URL: https://stackabuse.com/classification-in-pythonwith-scikit-learn-and-pandas/ (дата звернення: 21.07.2023).

3. Лехман С.Д., Рублев В.І., Рябцев Б.І. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. К.: Урожай, 1993. 267 с.

4. Михайлов В.М. Поняття «безпека» і «цивільна безпека» у міждисциплінарному науковому дискурсі. Освіта дорослих: теорія, досвід, перспективи. 2020. № 1 (17). С. 77–88.

5. Ткачук Г.Ю. Підходи до сутнісного наповнення категорії «безпека». «Вісник ЖДТУ»: Економіка, управління та адміністрування. № 2 (68). С. 178–184.

6. Шутий М.В. Аспекти визначення поняття «без- пека» та його значення для забезпечення особистої без- пеки працівників органів внутрішніх справ України. Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право. 2014. № 3. С. 173–178.

7. Ajah, I.A.; Nweke, H.F. Big data and business analytics: Trends, platforms, success factors and applications. Big Data Cogn. Comput. Multidiscip. Digit. Publ. Inst. 2019, 2, 32.

8. Aqel, M.J.; Nakshabandi, O.; Adeniyi, A. Decision support systems classification in industry. Period. Eng. Nat. Sci. 2019, 7, 774–785.

9. Arnott, D.; Pervan, G. Arnott, D.; Pervan, G. A critical analysis of decision support systems research revisited: The rise of design science. In Enacting Research Methods in Information Systems; Palgrave Macmillan: Cham, Germany, 2016; pp. 43–103.

10. Cravero, A.; Sepúlveda, S. A chronological study of paradigms for data warehouse design. Ing. Investig. Fac. Ing. Univ. Nac. Colomb. 2012, 32, 58–62.

11. European Forest Fire Information System EFFIS. URL: https://effis.jrc.ec.europa.eu/

12. Explore FIRMS Wildfire Detections and Data Application. URL: https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/academy/

13. Finney, M.A. The wildland fire system and challenges for engineering. Fire Saf. J. 2020, 120, 103085.

14. Fire Information for Resource Management System (FIRMS). URL: https://www.earthdata.nasa.gov/learn/find-data/near-real-time/firms

15. Hovorushchenko, T.; Herts, A.; Hnatchuk, Y. Concept of Intelligent Decision Support System in the Legal Regulation of the Surrogate Motherhood. IDDM 2019, 2488, 57–68.

16. Noble, P.; Paveglio, T.B. Exploring Adoption of the Wildland Fire Decision Support System: End User Perspectives. J. For. 2020, 118, 154–171.

17. Providing Active Fire Data for Near-Real Time Monitoring and Applications. URL: https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/

18. Romiszowski, A.J. Designing Instructional Systems: Decision Making in Course Planning and Curriculum Design; Routledge Taylor & Francis Group: London, UK, 2016.

19. Sakellariou, S.; Tampekis, S.; Samara, F.; Sfougaris, A.; Christopoulou, O. Review of state-of-the-art decision support systems (DSSs) for prevention and suppression of forest fires. J. For. Res. 2017, 28, 1107–1117.

20. Samuel, O.W.; Asogbon, G.M.; Sangaiah, A.K.; Fang, P.; Li, G. An integrated decision support system based on ANN and Fuzzy_AHP for heart failure risk prediction. Expert Syst. Appl. 2017, 68, 163–172.

21. Saoudi, M.; Bounceur, A.; Euler, R.; Kechadi, T. Data mining techniques applied to wireless sensor networks for early forest fire detection. In Proceedings of the International Conference on Internet of things and Cloud Computing, Cambridge, UK, 22–23 March 2016; pp. 1–7.

22. Suzuki, K.; Tamada, H.; Doizaki, R.; Hirahara, Y.; Sakamoto, M. Women's negotiation support system—as affected by personal appearance versus use

of language. In Advances in Affective and Pleasurable Design; Springer: Cham, Germany, 2017; pp. 221–230.

23. Trianni, A.; Cagno, E.; Farne, S. Barriers, drivers and decision-making process for industrial energy efficiency: A broad study among manufacturing small and medium-sized enterprises. Appl. Energy 2016, 162, 1537–1551.

24. Tryhuba A. , Boyarchuk V. , Boyarchuk O. , Ftoma O. Evaluation of risk value of investors of projects for the creation of crop protection of family dairy farms. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 2019, 67(5), pp. 1357–1367.

25. Tryhuba A. , Boyarchuk V. , Tryhuba I. , Francik S. , Rudynets M. Method and software of planning of the substantial risks in the projects of production of raw material for biofuel. CEUR Workshop Proceedings, 2020, 2565, pp. 116–129.

26. Tryhuba A. , Kondysiuk I. , Boiarchuk O. , Tatomyr A. Intellectual information system for formation of portfolio projects of motor transport enterprises. CEUR Workshop Proceedings, 2022, 3109, pp. 44–52.

27. Tryhuba A. , Malanchuk O. , Tryhuba I. Prediction of the Duration of Inpatient Treatment of Diabetes in Children Based on Neural Networks. CEUR Workshop Proceedings, 2023, 3426, pp. 122–135.

28. Tryhuba A. , Ratushny R. , Bashynsky O. , Ptashnyk V. Planning of Territorial Location of Fire-Rescue Formations in Administrative Territory Development Projects. CEUR Workshop Proceedings 2565 (2020) 18–20.

29. Tryhuba A. , Rudynets M., Pavlikha N., Skorokhod I., Seleznov D., Establishing patterns of change in the indicators of using milk processing shops at a community territory. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2019, 6(3-102), pp. 57–65.

30. Tryhuba A., Bashynsky O. Coordination of dairy workshops projects on the community territory and their project environment. International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies, 2019, 3, pp. 51–54, 8929816.

31. Tryhuba A., Batyuk V.V. , Dyndyn M.L. Coordination of configurations of complex organizational and technical systems for development of agricultural sector branches. Journal of Automation and Information Sciences, 2020, 52(2), pp. 63–76.

32. Tryhuba A., Koval N., Kondysiuk I. , Grabovets V. , Onyshchuk V. Forecasting the fund of time for performance of works in hybrid projects using machine training technologies. CEUR Workshop Proceedings, 2021, 2917, pp. 196–206.

33. Tryhuba A., Pavlikha N., Rudynets M., Khomiuk N. Studying the influence of production conditions on the content of operations in logistic systems of milk collection. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2019, 3(3-99), pp. 50–63.

34. Tryhuba A., Ratushny R. , Horodetskyy I. , Molchak Y. , and Grabovets V. The configurations coordination of the projects products of development of the community fire extinguishing systems with the project environment. CEUR Workshop Proceedings, 2021, 2851, pp. 238–248.

35. Tryhuba A., Tryhuba I. , Bashynsky O. , Koval N. , Bondarchuk L. Conceptual Model of Management of Technologically Integrated Industry Development Projects. International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies, 2020, 2, pp. 155–158, 9321903.

36. Zarate, P. Multi-criteria Group Decision Support System: Multi Cultural Experiments. In Innovation for Systems Information and Decision Meeting; Springer: Cham, Switzerland, 2020; pp. 47–61.