

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ**  
**імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**  
 Теплоенергетичний факультет  
 Кафедра автоматизації проектування енергетичних процесів і систем

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ О. В. Коваль

(підпис) (ініціали, прізвище)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА**

**на здобуття ступеня бакалавра**

**спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»**

**освітня програма «Комп'ютерний моніторинг та геометричне моделювання процесів і систем»**

**на тему: «Програмний додаток формування сценарію моделювання наслідків витоку небезпечної хімічної речовини»**

Виконав: студент 4-го курсу, групи ТМ-72

\_\_\_\_\_ Нагорний Єгор Павлович \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник: \_\_\_\_\_ асист. Швайко В.Г. \_\_\_\_\_

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент: \_\_\_\_\_

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі  
немає запозичень з праць інших авторів  
без відповідних посилань.

Студент: \_\_\_\_\_

(підпис)

Київ – 2021 року

**Національний технічний університет України  
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”**

Факультет: теплоенергетичний

Кафедра: автоматизації проектування енергетичних процесів і систем

Рівень вищої освіти: перший рівень

Спеціальність: 122 «Комп’ютерні науки»

Освітня програма: «Комп’ютерний моніторинг та геометричне моделювання процесів і систем»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

О. В. Коваль

\_\_\_\_\_

(ініціали прізвище)

“ ”

\_\_\_\_\_ 2021р.

**ЗАВДАННЯ**

**на дипломну роботу студенту**

Нагорному Єгору Павловичу

1.Тема роботи: «Програмний додаток формування сценарію моделювання наслідків витоку небезпечної хімічної речовини»

керівник роботи: \_\_\_\_\_ асист. Швайко Валерій Григорович

(прізвище, ім’я, по батькові науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом вищого навчального закладу від ”24” травня 2021р. № 1267с

2.Строк подання студентом роботи: \_\_\_\_\_

3.Вихідні дані до роботи: мова програмування C#, фреймворк .NET Core, система керування базами даних MS SQL Server

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) проаналізувати замовлення і вимоги замовника, спроектувати архітектуру бази даних, спроектувати архітектуру додатку, розробити програмний продукт, написати інструкцію використання для користувача

5. Перелік ілюстративного матеріалу:

## 6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання "14" грудня 2020 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітки
1.	Затвердження теми роботи	14.12.2020	
2.	Вивчення та аналіз задачі	03.02.2021	
3.	Розробка архітектури та загальної структури системи	15.03.2021	
4.	Розробка структур окремих підсистем	07.04.2021	
5.	Програмна реалізація системи	21.04.2021	
6.	Оформлення пояснювальної записки	03.05.2021	
7.	Захист програмного продукту	11.05.2021	
8.	Передзахист	25.05.2021	
9.	Захист	15.06.2021	

Студент: \_\_\_\_\_ Нагорний Є. П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи: \_\_\_\_\_ Швайко В.Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Дана записка описує програмний продукт, систему, яка надає можливість формування сценарію моделювання надзвичайних ситуацій для подальшої оцінки наслідків можливого витоку небезпечних хімічних речовин. Користувач системи може швидко зареєструвати та локалізувати нову надзвичайну ситуацію на карті та як результат роботи програми – він отримає звіт надзвичайної ситуації

Пояснювальна записка складається зі вступу, шести розділів, висновку, списку використаних джерел; містить 61 сторінку, 28 рисунків, 8 таблиць та 3 додатки. Список використаних джерел включає 14 бібліографічних найменувань.

## ABSTRACT

This note describes a software product, a system that provides an emergency scenario for further assessment of the possible leakage of hazardous chemicals. The user of the system can quickly register and localize a new emergency on the map and as a result of the program - he will receive an emergency report

The explanatory note consists of an introduction, six sections, a conclusion, a list of sources used; it contains 61 pages, 28 figures, 8 tables and 3 applications. The list of used sources includes 14 bibliographic items.

# ЗМІСТ

<i>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ .....</i>	<i>6</i>
<i>ВСТУП .....</i>	<i>7</i>
<i>1. ЗАДАЧА РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ДОДАТКУ ФОРМУВАННЯ СЦЕНАРІЮ МОДЕЛЮВАННЯ НАСЛІДКІВ ВИТОКУ НХР.....</i>	<i>9</i>
<i>2 ОПИС АНАЛОГІЧНИХ СИСТЕМ У СФЕРІ МОДЕЛЮВАННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ..</i>	<i>11</i>
2.1 Програмний комплекс «РизЕкс» Наукового центру вивчення ризиків «РИЗИКОН».....	11
2.2 Обґрунтування актуальності та переваг розробленого додатку .....	12
<i>3 ОПИС ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.....</i>	<i>13</i>
3.1 Прогнозне моделювання параметрів зони ураження .....	14
3.2 Моделювання розвитку НС .....	16
3.3 Визначення небезпеки й оцінка ризику.....	20
3.4 Визначення можливостей території протидіяти НС .....	21
3.5 Розробка плану реагування .....	21
3.6 Методологія побудови сценаріїв .....	23
3.7 Загальна архітектура системи реагування на НС .....	25
<i>4 ЗАСОБИ РОЗРОБКИ.....</i>	<i>28</i>
4.1 Вибір технологій та їх обґрунтування.....	28
4.2 ArcGis засоби.....	28
4.3 Мова програмування С# та засоби .NET Core .....	33
4.4 Entity Framework Core.....	33
4.5 Середовище розробки Visual Studio 2019 .....	34
4.6 Середовище MS SQL Management Studio .....	35
4.7 Висновки до розділу .....	36
<i>5 ОПИС ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ .....</i>	<i>37</i>
5.1 Структура програмного забезпечення.....	37
5.2 Створення бази даних у середовищі MS SQL .....	44
<i>6 РОБОТА КОРИСТУВАЧА З ПРОГРАМНИМ ДОДАТКОМ .....</i>	<i>51</i>
<i>ВИСНОВОК .....</i>	<i>67</i>
<i>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</i>	<i>68</i>

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

### **Умовні скорочення:**

ГІС – геоінформаційна система

БД – база даних

СКБД – система керування базами даних

ПЗ – програмне забезпечення

НС – надзвичайна ситуація

ДСНС – Державна служба України з надзвичайних ситуацій

ПНО – потенційно небезпечний об'єкт

НХР – небезпечна хімічна речовина

ВРМН (Business Process Model and Notation) – нотація і модель бізнес-процесів

ПМК – прогнозно-моделюючий комплекс

## ВСТУП

Сучасний рівень природно-техногенної безпеки України значною мірою зумовлений надмірними техногенними навантаженнями на навколишнє середовище. Найсильніше навантаження отримують індустріально розвинуті країни. Зонами із надзвичайно високим ступенем ризику виникнення надзвичайних ситуацій техногенного походження є промислові регіони. Поєднання факторів техногенної та природної небезпеки набагато збільшують ризики виникнення надзвичайних ситуацій та їх наслідків.

Геоінформаційні технології та засоби дистанційного зондування Землі дають можливість не тільки наочно оцінити зону небезпеки, змодельовати площу повеневого затоплення, розвиток фронту пожежі чи розподіл хімічного або радіоактивного забруднення по поверхні ґрунту, але й автоматично підрахувати площі ділянок, що постраждали; оцінити об'єми хімічних та радіоактивних опадів; виявити населені пункти та інші географічні об'єкти, що тим чи іншим чином попали в небезпечну зону. Засоби просторового аналізу ГІС дають можливість обрахувати накопичену дозу персоналу на території радіоактивного забруднення та вибрати найбезпечніший маршрут при евакуації; оптимізувати розміщення засобів оперативного короткохвильового зв'язку в залежності від рельєфу місцевості, оцінити розташування та скласти перелік об'єктів визначеного типу, що оточують місце аварії; оперативно отримати карти просторового розвитку ситуації з часом, тощо.

Аналіз стану справ в цій проблемі показав наявність існування цілого ряду розробок в області створення систем прийняття рішень при реагуванні на надзвичайні ситуації. В області моделювання НС та оцінці ризиків існує ряд методик реалізованих у вітчизняних та зарубіжних розробках. Так на основі математичних моделей

розроблених українськими фахівцями з УкрГідромету та Інституту проблем національної безпеки створені підсистеми моделювання та прогнозування наслідків НС, підсистему оцінки ризиків. В розвинутих в науково-технічному плані країнах розроблено також цілий ряд цільових прогнозно-моделюючих комплексів для оцінки наслідків техногенних та природних процесів.

В ДСНС України та подібних службах інших країн накопичений великий досвід по створенню планів реагування на надзвичайні ситуації. Існують томи документації в яких описана послідовність дій підрозділів при реагуванні. Але цей накопичений досвід вимагає постійної перевірки, поновлення та тестування.

## **1. ЗАДАЧА РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ДОДАТКУ ФОРМУВАННЯ СЦЕНАРІЮ МОДЕЛЮВАННЯ НАСЛІДКІВ ВИТОКУ НХР**

Метою розробки програмного додатку є надання можливості формування сценарію моделювання надзвичайних ситуацій для подальшої оцінки наслідків можливого витоку небезпечних хімічних речовин.

Для виконання завдання були сформовані наступні задачі, що визначили структуру дослідження:

- проаналізувати готові рішення, основані на схожих модулях;
- перевірити аналогічні рішення у конкурентних додатків;
- дослідити процес формування сценарію;
- реалізувати інтерфейс для зручного користування додатком.

Вхідною інформацією є наступні дані:

- вхідне повідомлення про надзвичайну ситуацію ( місце, дата тип НС );
- додаткові відомості щодо надзвичайної ситуації.

Вихідною інформацією є наступні дані:

- відображення потенційно небезпечного об'єкта на карті та звіт надзвичайної ситуації.

Програмний додаток повинен бути зрозумілий та простий у використанні, навіть для початківців.

Також він повинен мати такий функціонал:

- відображення карти потенційно небезпечних об'єктів;
- можливість реєстрації та входу у систему;

- можливість задання параметрів надзвичайної ситуації (локалізація, дата, час, тип НС );
- можливість задання особливостей погодних умов у районі надзвичайної ситуації;
- можливість перегляду зареєстрованих надзвичайних ситуацій (Реєстру НС);
- можливість перегляду звіту надзвичайної ситуації.

В якості інструменту для створення додатку Emergency Analyst було використано мову програмування C#[<sup>1</sup>], так як вона (завдяки .NET Core[<sup>2</sup>]) дає можливість відображення потенційно небезпечних об'єктів на карті, підключивши ArcGIS Runtime[<sup>3</sup>], а також дає можливість зручної роботи з базою даних завдяки використанню Entity Framework Core[<sup>4</sup>].

## **2 ОПИС АНАЛОГІЧНИХ СИСТЕМ У СФЕРІ МОДЕЛЮВАННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

### **2.1 Програмний комплекс «РизЕкс» Наукового центру вивчення ризиків «РИЗИКОН».**

Комплекс дозволяє інженерам підприємств, проектних і експертних організацій виконувати роботи, пов'язані з аналізом ризику для прийняття рішень, а також для розробки проектної документації та документації, пов'язаної з експлуатацією пожежо-, вибухо- і хімічно небезпечних виробництв, в тому числі:

- розробки Декларації промислової безпеки небезпечного виробничого об'єкта;
- розробки Планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій;
- розробки Планів щодо ліквідації аварійних розливів нафтопродуктів;
- визначення оптимальних тарифів при страхуванні промислових об'єктів;
- розробки політики підприємства з управління виробничими ризиками.

Комплекс має модульну структуру, що дозволяє користувачам при його модернізації і розширенні купувати не нову версію, а тільки нові або модернізовані модулі.

На прикладі цього комплексу, що розробляється в Науковому центрі вивчення ризиків «Rizikon»<sup>[5]</sup>, видно можливості обчислювального і модельного підходу до проблеми оцінки ризиків.

Модулі групуються в наступні блоки:

1. Блок «Інтегральний ризик», в який входять програмні засоби дозволяють виконувати аналіз умов і визначення ймовірності виникнення аварій, розвитку аварій, база даних по надійності, модуль, що дозволяє виконувати комплексну оцінку і аналіз загального ризику для промислового об'єкта.

2. Блок «Формування», до якого входять модулі дозволяють виконувати моделювання фізичних процесів викиду небезпечної речовини з аварійної ділянки та формування небезпечних умов при аварійних ситуаціях.

3. Блок «Аварія», до якого входять модулі дозволяють виконувати моделювання аварійних процесів з розрахунком вражаючих чинників аварії, визначати наслідки впливу негативних факторів і їх умовну ймовірність.

4. Блок «Сервіс», що включає модулі, призначені для введення-виведення даних та забезпечення роботи програмного комплексу.

Використання програмного комплексу дозволяє приблизно в 2 рази скоротити час на розробку розділів проектної документації та документації, пов'язаної з експлуатацією пожежо-, вибухо- і хімічно небезпечних виробництв, в яких необхідна оцінка ризику і прийняття рішень в області безпеки промислових об'єктів.

## **2.2 Обґрунтування актуальності та переваг розробленого додатку**

У даному розділі був представлений один із прямих конкурентів системи Emergency Analyst. На ринку існує ще декілька рішень, подібних до програмного комплексу «РизЕкс» розробленого Науковим центром вивчення ризиків «РИЗИКОН». Але вона на порядок складніша для користувача із базовими знаннями, та не має можливості відображення локалізації надзвичайної ситуації на карті.

Тож розроблений програмний додаток Emergency Analyst має досить зручний інтерфейс та широкий функціонал, який повинен покривати як прості, так і складніші потреби користувача.

## 3 ОПИС ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

Об'єктом дослідження є процес реагування на НС.

У загальному вигляді цей процес повинен включати в себе наступні кроки:

- 1) Моделювання НС та прогнозування наслідків (ПМП);
- 2) Оцінки ризиків;
- 3) Створення планів реагування на аварійні ситуації;

Схематично процес підготовки до протидії зображено на Рис. 3.1.

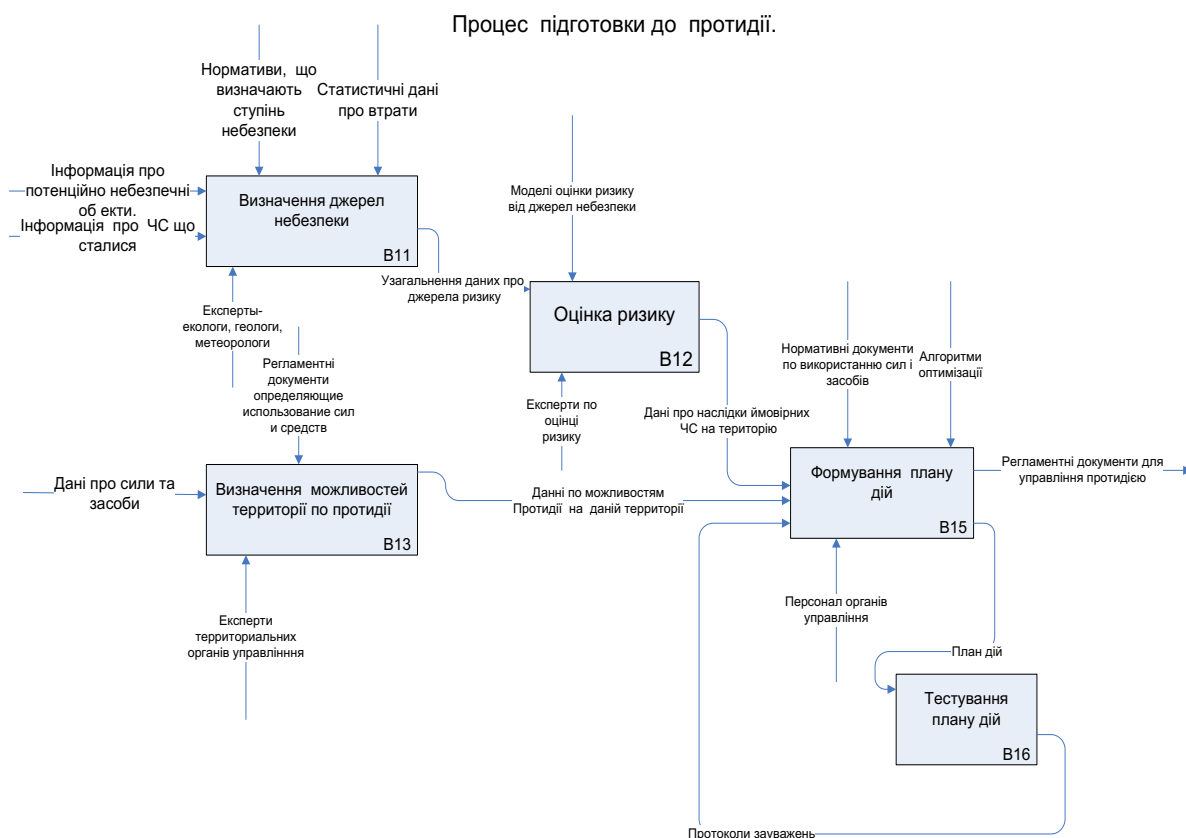


Рис. 3.1– Загальна схема підготовки до протидії

Вище приведена схема відображає інформаційний процес керування процесом реагування на НС. Схема створена згідно з міжнародним стандартом IDEF0. Процесні блоки (прямокутники) з певною деталізацією відображають процеси обробки даних. Горизонтальні стрілки відображають вхідні і вихідні потоки даних. Вертикальні стрілки, що входять в процесні блоки зверху даних відповідають регламентним документам, які є визначають алгоритми обробки даних. Вертикальні стрілки, що входять в процесні блоки знизу позначають користувачів системи ( операторів, осіб що приймають рішення).

Кожен процесний блок може бути деталізований у вигляді схеми створеної на основі вищеописаного стандарту.

### **3.1 Прогнозне моделювання параметрів зони ураження**

Аварія на ПНО з викидом НХР може відбутися внаслідок виробничих, конструктивних, технологічних чи експлуатаційних причин, або ж від зовнішніх чинників, що призводять до ушкодження технологічного устаткування, споруд, транспортних засобів. При цьому формується зона хімічного зараження (ЗХЗ), що становить реальну небезпеку для людей, господарських і природних об'єктів.

Під ризиком життєдіяльності в умовах можливої хімічно небезпечної аварії розуміється імовірність загибелі або захворювання людей внаслідок отруєння у випадку їхнього перебування в прогнозованій ЗХЗ. Оцінювання ризиків життєдіяльності від можливих хімічно небезпечних аварій базується на результатах моделювання наслідків аварійного викиду НХР, що здійснюється з урахуванням обсягів викиду, метеорологічних умов і відповідних геометричних параметрів ЗХЗ<sup>[6]</sup>. За результатами моделювання визначаються ризики життєдіяльності на регіональному рівні.

Метод комплексного оцінювання ризиків природно-техногенних НС розглядається далі на методичному прикладі можливої аварії на Мелітопольському ДКП "Водоканал". За експертним сценарієм визначено наступні вхідні параметри:

вид НХР – хлор; об'єм викиду – 300 т; температура повітря -  $20^{\circ}\text{C}$ ; напрямок вітру - північний; швидкість вітру - 3 м/с; ступінь вертикальної стійкості повітря - ізотермія; фактори впливу природної небезпеки на ХНО - підтоплення і просідання лесових ґрунтів.

Відповідно до методики визначаються наступні параметри можливої ЗХЗ:

- кут сектора ЗХЗ з урахуванням стійкості напрямку вітрового потоку і швидкості вітру  $\alpha = 45^{\circ}$ ;
- глибина зони  $R = 26,8\text{ км}$ ;
- можлива площа зони  $S = \pi \cdot R^2 \cdot 45^{\circ} / 360^{\circ} = 281,8\text{ км}^2$ ;
- чисельність населення в зоні  $N = 18722\text{ чол.}$ ;
- площа максимально можливого поширення токсичного хмари за всіма напрямками вітрового потоку  $S_{\text{max}} = \pi \cdot R^2 = 2255\text{ км}^2$ .

Просторове оточення і геометричні параметри цієї ЗХЗ від можливої аварії на Мелітопольському ДКП "Водоканал" розраховані і відображені засобами ArcGIS 8.3 (рис.3.1.1).

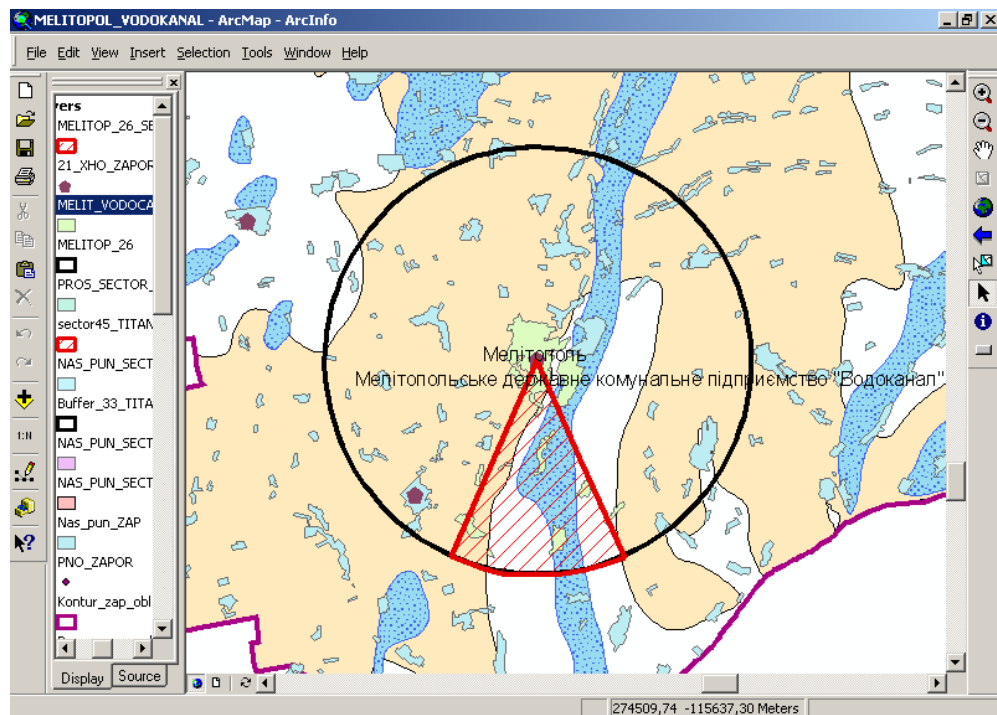


Рис. 3.1.1– Зображення розрахунків засобами ArcGIS 8.3

### 3.2 Моделювання розвитку НС

Основою для розробки підсистеми є “Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті”, що затверджена в МНС України 10 квітня 2001 року.

Підсистема "Моделювання" складається з наступних модулів:

- 1) визначення глибини зони зараження при аварії на НХО;
- 2) визначення глибини зони зараження при руйнуванні НХО;
- 3) визначення площі зони зараження від розповсюдження хімічно-небезпечної речовини (НХР);
- 4) визначення часу підходу зараженого повітря до об'єкту та терміну уражаючої дії НХР;
- 5) визначення кутових розмірів сектору зони зараження;
- 6) генерації картографічного шару розповсюдження первинної та вторинної хмари зараженого повітря;
- 7) просторового аналізу наслідків зараження.

Модуль визначення глибини зони зараження при аварії на НХО виконує наступні функції:

- Визначення об'єму викиду (виливу) НХР при аварії на НХО. Об'єм викиду (виливу) НХР при аварії на НХО визначається в залежності від оперативних даних, що введені в діалозі під час формування сценарію аварії;

- Визначення еквівалентної кількості речовини у первинній хмарі (ОВ1). Еквівалентна кількість речовини, що перейшла у первинну хмару, залежить від об'єму викиду (виливу) НХР при аварії, порогової токсодози та умов зберігання, степені вертикальної стійкості атмосфери та температури повітря і обчислюється за формулою (1) ;

- Визначення еквівалентної кількості речовини у вторинній хмарі (OB2). Еквівалентна кількість речовини, що перейшла у вторинну хмару, залежить від об'єму викиду (випливу) НХР при аварії, товщини шару та щільності НХР, фізико-хімічних властивостей та умов зберігання, швидкості вітру, температури повітря та часу, що пройшов після аварії і обчислюється за формулою (5);

- Визначення глибини зони зараження від первинної хмари. Глибина зони зараження від первинної хмари для OB1 залежить від еквівалентної кількості речовини, що перейшла у первинну хмару, швидкості вітру;

- Визначення глибини зони зараження від вторинної хмари (GL2). Глибина зони зараження від вторинної хмари для OB2 залежить від еквівалентної кількості речовини, що перейшла у вторинну хмару, швидкості вітру;

- Визначення загальної глибини зони зараження від руху хмар (GLZ). Загальна глибина зони зараження від хмари НХР обчислюється за формулою:

$$GLZ = Gl \max + Gl \min * 0,5$$

$$\text{де } Gl \max = \max (GL1, GL2) \quad Gl \min = \min (GL1, GL2);$$

- Визначення гранично можливого значення глибини переносу повітряних мас (GLG). Гранично можлива глибина переносу повітряних мас залежить від швидкості переносу переднього фронту хмари зараженого повітря та часу, що пройшов після аварії, і обчислюється за формулою (7)

- Визначення розрахованої глибини зони зараження від руху хмар (GLR). Розрахована глибина зони зараження від хмари НХР обчислюється за формулою

$$GLR = \min (GLZ, GLG).$$

Модуль визначення глибини зони зараження при руйнуванні НХО актуалізується тільки у тому випадку, коли у сценарії вказано, що хімічно небезпечний об'єкт зруйновано. Цей модуль виконує функції:

- визначення об'єму викиду кожної НХР, що є на НХО OBOV(i). Об'єм викиду (випливу) i-ої НХР при руйнуванні НХО визначається в залежності від їх

максимальних або заданих об'ємів зберігання, що введені в діалозі під час набору сценарію аварії;

- визначення сумарної еквівалентної кількості НХР у хмарі зараженого повітря, залежить від щільності та кількості кожного НХР на об'єкті, їх ОБ – сумарна еквівалентна кількість речовини, що перейшла у хмару фізико-хімічних властивостей, порогової токсодози, температури та часу, що пройшов після аварії і обчислюється за формулою (8);

- визначення глибини можливої зони зараження GLZ. Можлива глибина зони зараження залежить від сумарної еквівалентної кількості речовини та швидкості вітру і визначається з таблиці додатку 2;

- визначення гранично можливого значення глибини переносу повітряних мас GLG. Гранично можлива глибина переносу повітряних мас залежить від швидкості переносу переднього фронту хмари зараженого повітря та часу, що пройшов після аварії, і обчислюється за формулою (7);

- визначення розрахованої глибини зони зараження від руху хмар GLR. Розрахована глибина зони зараження від хмари НХР залежить від підрахованої можливої глибини зони зараження, гранично можливої глибини переносу повітряних мас і обчислюється за формулою  $GLR = \min (GLZ, GLG)$ .

Модуль визначення площі зони зараження НХР виконує функції:

- визначення площі зони можливого зараження НХР (PLZV). Площа зони можливого зараження НХР залежить від глибини зони зараження та кутових розмірів сектора зони можливого зараження і обчислюється за формулою (9) та табл.1 ;

- визначення площі зони фактичного зараження НХР (PLZF). Площа зони фактичного зараження НХР залежить глибини розповсюдження зараженого повітря, часу, що пройшов після аварії, степені вертикальної стійкості атмосфери і обчислюється за формулою (10).

Модуль визначення часу підходу зараженого повітря до населеного пункту, що потрапив до зони зараження, та терміну уражаючої дії НХР виконує функції:

- визначення часу підходу зараженого повітря до населеного пункту (TPOD). Час підходу зараженого повітря до об'єкту залежить від швидкості переносу переднього фронту хмари зараженого повітря та відстані до об'єкту і обчислюється за формулою (11) та додатком 5;

- визначення терміну уражаючої дії НХР у населеному пункті (TVOZ). Термін уражаючої дії НХР визначається часом його випаровування з площі розливу, залежить від товщини шару розлитої НХР та її щільності і обчислюється за формулою (12).

Модуль генерації картографічного шару розповсюдження первинної та вторинної хмари створює для кожного акту моделювання новий картографічний шар, у якому на основі сектора зони зараження сформує полігональні об'єкти зон зараження.

Процес моделювання закінчується виводом на карту відповідного сектора забруднення (рис. 3.2.1).

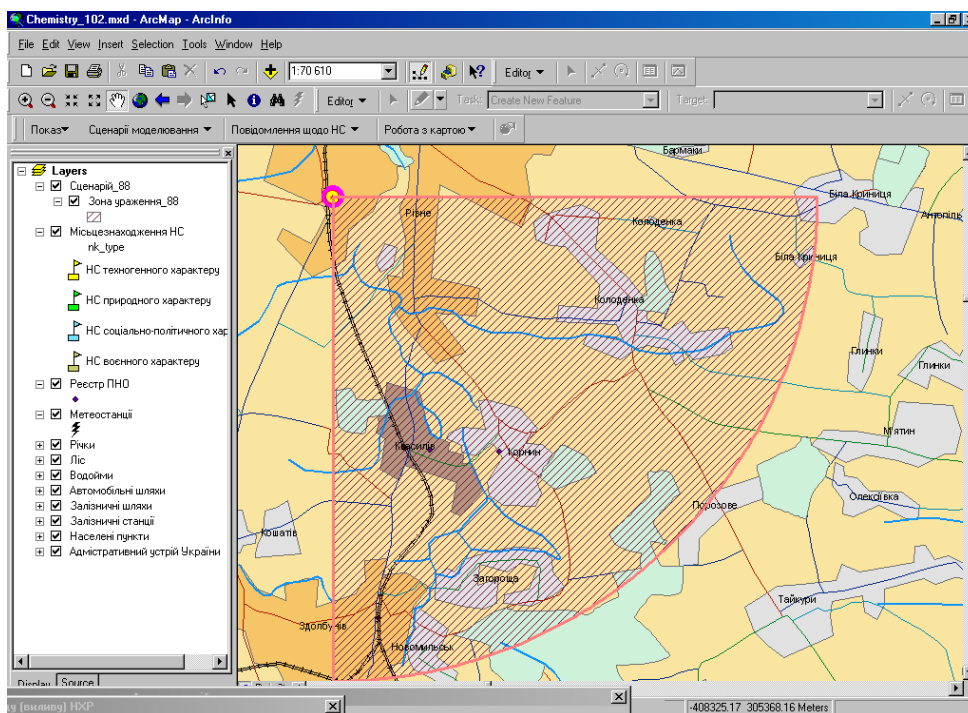


Рис. 3.2.1 – Сектор забруднення, створений моделлю розповсюдження хмари НХР.

### 3.3 Визначення небезпеки й оцінка ризику

Для плану реагування на надзвичайні ситуації важливо визначити події, що імовірніше всього можуть відбутися на конкретній території. Тому стратегія підготовки до аварійних ситуацій повинна звертатися до реєстра подій і аварій і переглядові програм і планів, що використовувалися в кожному випадку. Таким чином, можуть бути встановлені типи можливих проблем і визначені відповідні засоби для їхнього рішення .

Аналіз ризику повинен показати наступне:

- Аналіз об'єктів їх діяльності, послуг і продукції
- Перелік використовуваних, збережених і небезпечних речовин, що транспортуються
- Установлення небезпеки шкідливих впливів і ризиків
- Оцінка навколишнього середовища, що можливо буде піддана впливові в результаті події або аварійної ситуації.
- Аналіз ризику повинний дозволити вам відповісти на наступні питання:
- Яка позаштатна ситуація може викликати надзвичайну ситуацію ?
- Якщо ЧС відбудеться, яким може виявитися її вплив ?
- Яка імовірність і частота того, що така подія може статися ?

Можливість виникнення аварії на ХНО з викидом токсичних речовин визначається як середньорічна частота хімічно небезпечних аварій, від яких можуть постраждати (захворіти або загинути) люди внаслідок отруєння у заданому регіоні. За даними МНС України у 2000 - 2004 рр. зареєстровано 33 аварії на ХНО з викидом НХР, унаслідок яких постраждало 29 людей (1 чоловік загинув і 28 захворіло). Загальна кількість ХНО в Україні складає 1575 об'єктів. Відповідно визначається статистична імовірність аварії  $P_t$  на ХНО з викидом НХР, що становить загрозу для життєдіяльності людей

$$P_t = 33 / (1575 \cdot 5) = 4,3 \cdot 10^{-3}, 1/\text{рік}. \quad (2.1.)$$

Техногенний ризик життєдіяльності залежить від коефіцієнта уразливості населення  $K_y$ , який визначається співвідношенням кількості постраждалих внаслідок аварій на ХНО до загальної кількості населення в зонах можливого хімічного зараження від усіх об'єктів хімічної небезпеки в Україні за прийнятий період часу

$$K_y = 29 / (17000000 \cdot 5) = 3,4 \cdot 10^{-7}. \quad (2.2)$$

Це дозволяє оцінити техногенний ризик життєдіяльності на регіональному рівні  $R_t$  для населення  $N$  у прогнозованій ЗХЗ наступним чином

$$R_t = P_t \cdot N \cdot K_y = 4,3 \cdot 10^{-3} \cdot 18722 \cdot 3,4 \cdot 10^{-7} = 2,7 \cdot 10^{-5} \text{ чол/рік. (2.3.)}$$

### **3.4 Визначення можливостей території протидіяти НС**

Вхідними даними для оцінки можливості певної території протидіяти НС є наступні дані:

- Про розміщення і склад пожежних, міліції, швидкої, загонів МНС
- Список контактів основного персоналу органів керування територією, керування об'єктів, орендарів/жителів будинків прилягаючих до територій.
- Плани об'єктів із вказівкою місць розташування устаткування реагування
- Результатом оцінки можливостей є формалізовані дані про наявні сили і засоби протидії. Ці формалізовані дані повинні бути представлені у виді структурованої інформації в просторової геоінформаційній базі даних.

### **3.5 Розробка плану реагування**

План реагування повинний містити наступні ключові компоненти:

- Перелік контактів першої необхідності (пожежні, міліція, швидка)
- Організація і відповідальність
- Матеріальні і людські ресурси
- Плани і протоколи повідомлення
- Докладні плани реагування
- Плани евакуації

- Процедури зм'якшення екологічної втрати
- Розслідування і наступні процедури
- Реєстрація і звітні процедури
- Процедури інформування і повідомлення, щоб сповістити сусідів і громадськість
- Плани об'єкта з указівкою місць розташування устаткування реагування
- Інвентарні переліки і розташування небезпечних матеріалів і відходів
- Доступні зовнішні ресурси
- Легко вразливі області даної місцевості
- Список контактів основного персоналу будинків , орендарів/жителів, сусідів і законодавчі влади/агентства.

Для розробки плану необхідний системний підхід. Після виявлення потенційних небезпек необхідно скласти план ефективного реагування на потенційні події й аварії.

Першим кроком розробки плану, як пропонує вищевказаний перелік, необхідно описати наявні ресурси і їхнє розташування. Це повинно визначити обов'язки і відповідальність усіх, хто буде брати участь у реагуванні на аварійну ситуацію. Вони можуть бути представлені у виді таблиці, у колонках якої вказується ім'я, загальні коментарі і специфічні обов'язки. Для демонстрації підзвітності можна ввести структурну схему організації. У таблиці також варто вказати зовнішні ресурси.

Другим кроком є розробка графічних елементів - "дерева рішень" і загальних процедур реагування. Вони повинні бути деталізовані для кожного потенційного аварійного випадку, встановленого в ході аналізу небезпек.

Третім кроком плану є деталізація того, як у випадку аварії буде відбуватися повідомлення як внутрішнє, так і зовнішнє. Важливо пам'ятати, що при визначених аваріях звичайні форми повідомлення стають недоступними і виникне необхідність у дублюючій системі.

### 3.6 Методологія побудови сценаріїв

Моделювання сценаріїв аналітики ґрунтується на розумінні сценарію, як сукупності логічного, послідовного, взаємозалежного набору подій, та аналітичних процедур, над даними, інформаційними ресурсами та знаннями з метою отримання кінцевого результату, що відповідає висунутим вимогам. Під методологією моделювання (або нотацією) розуміється сукупність методів, інформаційних технологій, за допомогою яких об'єкти, суб'єкти та зв'язки між ними представляються у вигляді моделі процесу, яка сприймається людиною, та яку можна досліджувати у різних вимірах.

Сьогодні аналітику доступний досить широкий спектр методів моделювання – від найпростіших графічних нотацій для побудови блок-схем та алгоритмів, мереж Петрі, до об'єктно-орієнтованих мов моделювання різних модифікацій та опису бізнес-систем XPDL (XML Process Definition Language) і BPEL (Business Process Execution Language). Як свідчить досвід, за критерієм складність/ефективність найбільш привабливою для побудови сценаріїв аналітики можна вважати нотацію BPMN 2.0<sup>[7]</sup>, яка з 2013 року прийнята як міжнародний стандарт. І це не випадково, оскільки цей стандарт увібрав у себе кращі методологічні ідеї, що реалізовані в таких відомих та перевірених часом технологіях як:

- Сімейство мов моделювання в галузі системної та програмної інженерії – IDEF (SADT).
- Парадигмі об'єктно-орієнтованого програмування – UML 2.
- Розширюваної мови розмітки для електронного бізнесу – ebXML (Electronic Business eXtensible Markup Language).
- Опису діаграм діяльності (потоків «діяльність-результат») – ADF Diagram (Activity-Decision Flow).
- Візуальної методології проектування IBM – LOVeM (Line of Visibility Engineering Methodology).

- Графової моделі ARIS - EPC (Event-Driven Process Chain) в рамках архітектури інтегрованих інформаційних систем.

Отже, підхід, що пропонується для формування багаторівневих сценаріїв аналітики у галузі GIS-технологій, ґрунтуються на методології нотації BPMN 2.0, яка заснована на таких фундаментальних положеннях сучасних технологій проектування, а саме:

1. Уявленні будь-якого процесу (сценарію) як сукупності взаємопов'язаних та взаємодіючих елементів (сутностей предметної області), спрямованих на досягнення кінцевого результату. В якості елементів припускаються комбінації різноманітних сутностей – завдання, процеси, підпроцеси, виконавці, ролі, інформація, дані, ПЗ, логічні оператори, умови логічних переходів тощо.

2. Відображенні моделі процесу у вигляді спрямованого графу, що однозначне відтворює функціональну взаємодію елементів, з яких складається процес.

3. Об'єднанні в нотації BPMN різних типів процесів як внутрішніх (Private Process) для опису потоку операцій в межах окремого процесу, так і публічних (Public Process) для відображення взаємодії між Private Process.

4. Строгості та точності виконання правил опису процесів, графічних елементів та їх взаємодії, без внесення в той же час надмірних обмежень на дії аналітика.

5. Підтримці концепції ітеративного моделювання, що дозволяє виконувати покрокове формування моделі процесу з детальним обговоренням та редагуванням запропонованих варіантів.

6. Серіалізації візуальних моделей сценаріїв аналітики у форматі мов XML та BPMML для їх подальшої комп'ютерної обробки та виконання в BPMS-IT – системах.

### 3.7 Загальна архітектура системи реагування на НС

Основою прогнозно-моделюючого комплексу, який розглядається та розробляється для моделювання та прогнозування наслідків повеневої ситуації, є архітектура базової GIS-платформи ArcGIS Esri (США), побудованої на базі ArcGIS Server. Запропонована архітектура ПМК являє собою приклад інтеграції клієнт-серверній та сервіс орієнтованій архітектури SOA при вирішенні завдань просторового моделювання. Обмін даними в рамках взаємодії ПМК, ArcGIS Server та компонентів GIS здійснюється на базі протоколів Active Database Object (ADO.Net) та підтримується додатком Spatial DataBase Engine – SDE. Доступ до картографічних даних загального характеру ArcGIS Server реалізовано за допомогою Web-сервісів, використовуючи Simple Object Access Protocol (SOAP)<sup>[8]</sup> та Representational State Transfer – REST протокол. Загальна архітектура ПМК для вирішення задач просторового моделювання представлена на рисунку 3.7.1.

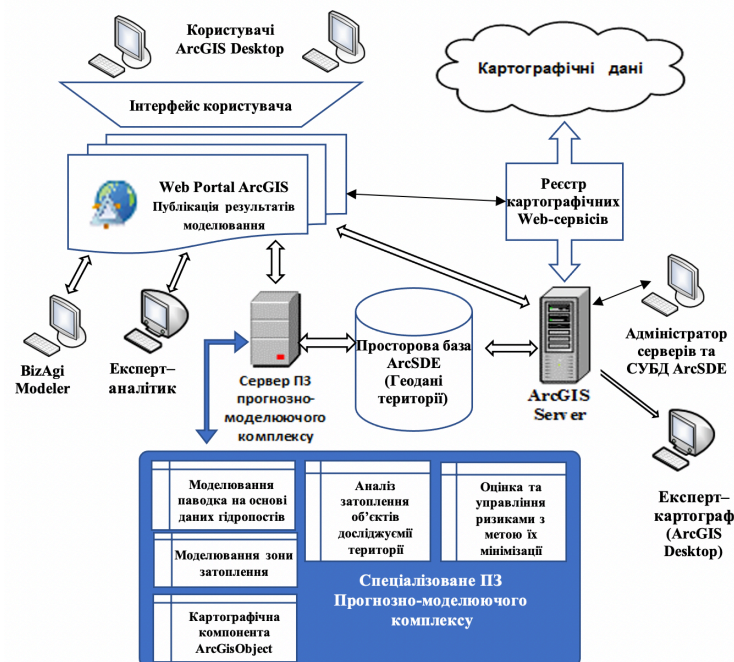


Рис. 3.7.1 – Загальна архітектура ПМК на базі платформи ArcGIS Esri

В контексті організації інструментальних засобів моделювання словосполучення корпоративний Portal ArcGIS означає ПЗ, що інтегрує в собі як безпосередньо середовище моделювання, так і системне ПЗ, завдяки якому здійснюється зручний доступ до результатів моделювання та аналізу. Завдяки технології ArcGIS Server виконується інтеграція розподілених геоданих ArcSDE, що можуть знаходитися в різних БД інтернет ресурсах, з перевагами спеціалізованого ПМК. Підтримка такої архітектури забезпечує користувачу Web-доступ до різноманітних GIS-сервісів: картографічних – карти території дослідження; геообробки просторових даних; Feature-сервісів для редагування картографічних шарів; KML-сервісів для взаємодії з геопросторовими даними які містяться в інформаційних ресурсах Google та Microsoft.

Адміністратор ПМК налаштовує Web-Portal ArcGIS для швидкої публікації Web-карт території дослідження, дизайну карт (у разі потреби) та надання зручного інструментарію експерту-аналітику (без використання мов програмування) для публікації результатів моделювання в Web-додатках. Враховуючи той факт, що в процес моделювання наслідків НС залучаються різні за фахом та кваліфікацією експерти, ПМК підтримує роботу віддалених користувачів ArcGIS Desktop, які відповідно до їх повноважень можуть мати доступ до бази геоданих ArcSDE, Web-сервісів і джерел даних зображень повітряної зйомки через додаток ArcGIS Server Image Extension. Перевагою платформи ArcGIS Desktop у складі ПМК є те, що вона підтримує функціонування бази геоданих обсягом до 1 ТБ, як може надавати репліку довідкових шарів даних з центральної бази геоданих ArcSDE.

Ще однією з важливих переваг запропонованої архітектури є те, що час база геоданих ArcSDE підтримується технологією Microsoft SQL Server Express, яка дозволяє використовувати репліковану версією бази геоданих ArcSDE. Це суттєво розширює коло споживачів, оскільки технології Microsoft вважаються більш освоєними пересічними користувачами, ніж складні технології ArcGIS Esri. Крім того, база даних SQL Server Express підтримує до 4 ГБ геопросторових векторних

даних, що дає можливість проведення дуже ретельного аналізу результатів просторового моделювання в більш комфортних умовах на платформі Microsoft.

В підході з використанням спеціалізованих ПМК на GIS-платформу покладається просторова прив'язка гідрологічних елементів і точок спостереження об'єктів моделювання до реальних значень, а саме: моделі рельєфу, басейнів водозбору, моделювання площ підтоплення, а також просторовий аналіз результатів моделювання. Вважаючи на вказані особливості, на етапі попередньої оцінки була використана методологія попереднього просторового моделювання зони затоплення засобами просторового аналізу Spatial Analyst ArcGIS. Головна ідея методу – визначення площ можливого затоплення шляхом порівняння поверхні рельєфу досліджуваної території з повеневою поверхнею ріки, отриманою за даними розподілу рівнів води.

Враховуючи складність процесу формування сценаріїв, які описують взаємодію різних за фахом та кваліфікацією експертів при вирішенні завдань просторового моделювання наслідків НС, до складу ПМК додається робоче місце оснащене безкоштовним графічним редактором Bizagi Modeler. Цей редактор дозволяє побудувати та візуалізувати багаторівневий сценарій GIS-аналітики за стандартом методології BPMN. Принциповою особливістю методології BPMN, є можливість моделювати сценарії за допомогою графічного редактора, що оперує з елементами нотації BPMN 2.0. Таки елементи мають стандартні позначення, строго визначену семантику та, як правило, однозначно сприймаються людиною – як аналітиком, так і керівником. Крім того, модель сценарію аналітики в нотації BPMN може серіалізується редактором Bizagi Modeler у файли різних форматів XML, XPDЛ та BPMN, які базуються на синтаксисі мови XML та можуть бути опубліковані в Web-браузері або на сайті SharePoint, а також представлені в форматах MS Word, MS Excel, PDF.

## **4 ЗАСОБИ РОЗРОБКИ**

### **4.1 Вибір технологій та їх обґрунтування**

Так як завдання передбачає створення програмного WPF додатку із підключенням ArcGIS Runtime, то основною для розробки є мова C#. Також реалізовано доступ до бази даних MS SQL та роботу з даними через Entity Framework.

Середовищем розробки є Microsoft Visual Studio 2019. А для роботи з базою даних використовується Microsoft SQL Server Management Studio<sup>[9]</sup>.

### **4.2 ArcGis засоби**

ArcGIS представляє собою повноцінну систему, яка дозволяє збирати, організовувати, керувати, аналізувати, обмінюватися і розподіляти географічну інформацію. Будучи світовим лідером серед платформ для побудови і використання геоінформаційних систем (ГІС), ArcGIS використовується людьми по всьому світу для застосування географічних знань у практичній сфері державного управління, бізнесу, науки, освіти та ЗМІ. Платформа ArcGIS дозволяє публікувати географічну інформацію для доступу і використання будь-якими користувачами. Система доступна в будь-якій точці, де можливе використання веб-браузерів, мобільних пристроїв у вигляді смартфонів, а також настільних комп'ютерів.

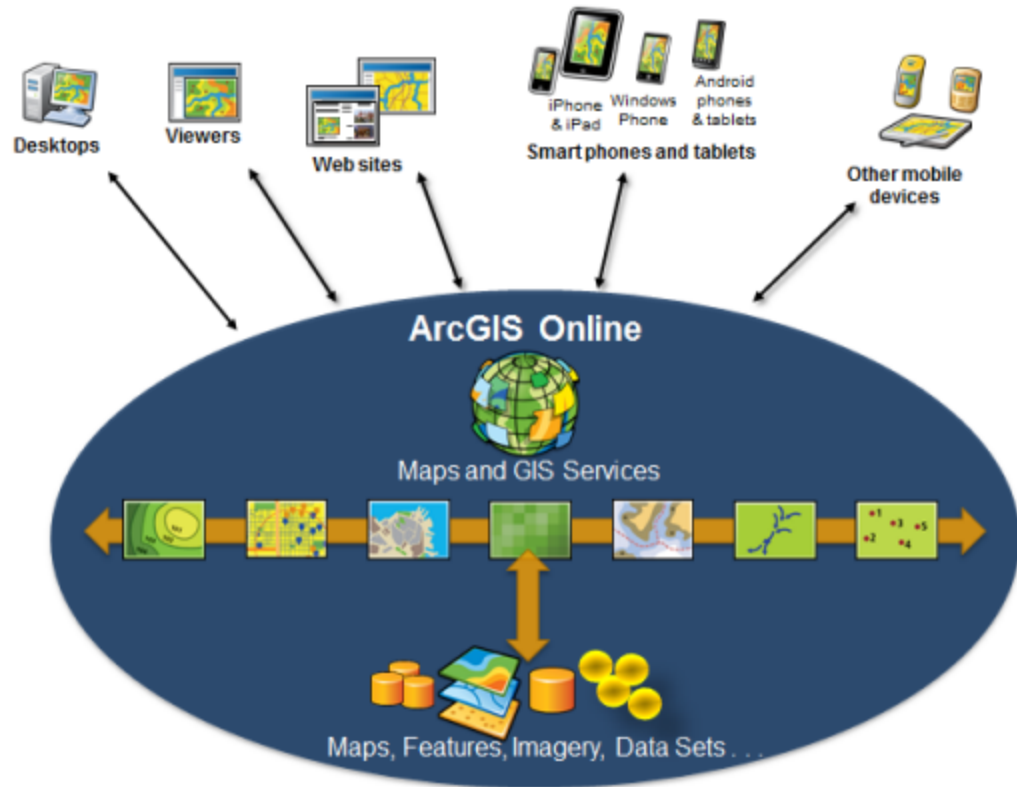


Рис. 4.2.1 – Схема зв'язків між ГІС-сервісами

ArcGIS дозволяє виконувати:

- Створення, обмін і використання інтелектуальних карт
- Компіляція географічної інформації
- Створювати і управляти базами географічних даних
- Рішення задач за допомогою просторового аналізу
- Створення додатків на підставі карт
- Зв'язок і обмін інформацією з використанням сили географії та візуалізації

ArcGIS підтримує дуже великі багатокористувацькі бази даних, в яких дані можуть використовуватися і редагуватися відразу безліччю користувачів, забезпечуючи тим самим доступ, управління та оновлення різними користувачами в численних робочих групах і відділах. Наприклад, оновлення можуть вносити співробітники операційного офісу і польові робочі одночасно, кожна група негайно

бачить зміни, внесені колегами. Такі розраховані на багато користувачів бази даних впроваджені і використовуються в стандартних системах реляційних баз даних для підприємства, наприклад, Oracle, SQL Server, PostgreSQL, Informix і DB2.

Аналіз в ArcGIS зазвичай включає в себе первинну окреслення завдання і залучаємо фактори, потім виконується збір і вивчення вхідних даних і вибір необхідного інструменту з набору доступних. Дані можуть оброблятися з метою їх конвертації в форму, придатну для використання в обраною процедурою. Наприклад, точкові дані, що представляють собою результати вимірів, можуть бути інтерполювати для створення поверхні безперервних даних, яка потім може поєднуватися з іншими даними поверхні. Для автоматизації багатоетапних процедур можуть бути створені моделі і сценарії геообробки, дані моделі і скрипти можуть бути опубліковані, ними можна обмінюватися з іншими користувачами в вашому ГІС-співтоваристві.

Створення додатків дозволяє вам перетворювати ваші ArcGIS карти, дані, інструменти і досвід в інформаційні продукти, які може використовувати будь-який користувач. Це, по суті, дозволяє вам повноцінно реалізувати інвестиції в ГІС і запропонувати ваші карти і функціональність для роботи людей в широкому спектрі задач.

Ключовою особливістю ArcGIS є те, що вам не потрібно мати розробника для створення додатків. Наприклад, якщо ви створюєте веб-карту за допомогою ArcGIS Online, ви можете завантажити вашу карту в веб-додаток, за допомогою функції Обмін (Share), а потім вказавши необхідний шаблон додатки. Налаштування таких додатків дуже проста.

У Співтовариствах користувачів (User Communities) ArcGIS Online ви можете знайти шаблони додатків для різних галузей. Там ви також можете знайти безліч загальних шаблонів додатків. Наприклад, група Шаблони веб-додатків (Web

Application Templates) ArcGIS Online містить налаштовувані шаблони, створені з використанням Javascript.

Для розробників також запропоновані набори прикладних програмних інтерфейсів (API) і комплекти розробника ПЗ (SDK), бібліотеки прикладів кодів і інші ресурси для створення призначених для користувача додатків. У мережі ваші програми можуть використовувати сервіси ArcGIS, наприклад, картографічні сервіси і сервіси геообробки. API пропонуються для JavaScript, Adobe Flex і Microsoft Silverlight. Також підтримується HTML5. SDK для мобільних розробників доступні для Apple iOS, Android, Windows Phone і Windows Mobile. Для настільних додатків ArcGIS Runtime надає набір компонентів та API для WPF і Java.

ArcGIS має в своєму складі середовище виконання, яке використовується розробниками для написання високопродуктивних і простих в розгортці додатків, що працюють з картами і географічною інформацією, керованої і розповсюджуваною за допомогою ArcGIS. Це середовище виконання має назву ArcGIS Runtime.

Додатки ArcGIS Runtime можуть бути побудовані для декількох розгорнутих середовищ (настільні комп'ютери і мобільні пристрої). Вони надають в спільний доступ загальну модель об'єктів, і використовують географічну інформацію наступними двома основними способами:

- Шляхом підключення і використання доступних в мережі карт і підтримуваних ГІС-сервісів
- Шляхом розгортання ГІС-пакетів, які використовуються локально на пристрої (дані розміщені на тому ж пристрої, що і ваше додаток), а також шляхом використання локальних можливостей ГІС.

Пакети є ефективним способом розподілу даних за допомогою додатків ArcGIS Runtime. Так як пакет являє собою один файл на диску, то він об'єднує всі інтегровані функції GIS, до яких ви хочете надати доступ. Крім того, легко вибрати пристрої для використання з вашим додатком Runtime.

ArcGIS підтримує автономну локальну середу виконання для наступних платформ:

- Android
- iOS для iPhone та iPad
- Java
- Windows Phone
- WPF

ArcGIS for Server і ArcGIS Online розгортають функціональні можливості ГІС в заснованій на сервері архітектурі. ГІС-карти, об'єкти, зображення, моделі геообработки, локатори і набори даних можна розгортати як веб-сервіси, віртуальний доступ до яких може отримувати будь-який клієнт, який використовується як фахівцями ГІС, так і іншими користувачами. ГІС-сервіси можуть працювати на різних рівнях, використовуючи безліч комп'ютерів - як у вашій організації, так і в "хмарних" серверах в Інтернеті.

Користувачі створюють в ArcGIS for Desktop важливі ГІС-карти та інформацію і публікують їх як веб-сервіси за допомогою ArcGIS for Server і ArcGIS Online. Таким чином, ArcGIS надає доступ до інформації та можливість масштабувати вашу ГІС відповідно до будь-якою конфігурацією або ситуацією.

Підтримувані API веб-сервісів: протоколи REST, SOAP і OGC (наприклад, WMS, WFS і WCS).

ArcGIS пропонує відкритий API мережі Інтернет для обміну картографічними і ГІС-сервісами, який відповідає шаблонам проектування REST для збільшення можливостей адаптації та використання. Це дозволяє розробникам і творцям додатків усіх типів комбінувати і змішувати сервіси ArcGIS з будь-якою іншою інформацією з мережі, що надходить з різних ресурсів. Це також забезпечує доступ споживачів до величезного багатства географічних знань, створених в ГІС-середовищах.

### 4.3 Мова програмування C# та засоби .NET Core

C# - об'єктно-орієнтована мова програмування, відноситься до сім'ї мов з C-подібним синтаксисом. Мова має статичну типізацію, підтримує поліморфізм, переваження операторів (в тому числі операторів явного і неявного приведення типу), делегати, атрибути, події, змінні, властивості, узагальнені типи і методи, ітератори, анонімні функції з підтримкою замикань, LINQ<sup>[10]</sup>, виключення, коментарі в форматі XML.

До переваг вибору мови можна віднести модульність та можливість застосування хмарних технологій у використаній платформі .NET Core.

### 4.4 Entity Framework Core

Entity Framework Core (EF Core) являє собою об'єктно-орієнтовану технологію від компанії Microsoft для доступу до даних. EF Core є ORM-інструментом (object-relational mapping - відображення даних на реальні об'єкти). Тобто EF Core дозволяє працювати базами даних, але представляє більш високий рівень абстракції: EF Core дозволяє абстрагуватися від самої бази даних і її таблиць і працювати з даними незалежно від типу сховища. Якщо на фізичному рівні ми оперуємо таблицями, індексами, первинними і зовнішніми ключами, то на концептуальному рівні, який нам пропонує Entity Framework, ми вже працюємо з об'єктами. Entity Framework Core підтримує потрібну СУБД MS SQL Server

Також варто відзначити, що EF Core надає універсальний API для роботи з даними. І якщо, наприклад, ми вирішимо змінити цільову СУБД, то основні зміни в проекті будуть стосуватися насамперед конфігурації і налаштування підключення. А код, який безпосередньо працює з даними, отримує дані, додає їх в БД чи видаляє звітти – залишиться незмінним.

Як технологія доступу до даних Entity Framework Core може використовуватися на різних платформах стека .NET. Це і стандартні платформи типу Windows Forms, і використовуваний додаток WPF<sup>[11]</sup>. При цьому кроссплатформена природа EF Core дозволяє задіяти її не тільки на ОС Windows, але і на Linux і Mac OS X.

## 4.5 Середовище розробки Visual Studio 2019

Microsoft Visual Studio<sup>[12]</sup> – це набір засобів для створення ПЗ зі стадії планування до стадії UI (user interface) тестування, кодингу, тестування, дебагу, аналізу якості та продуктивності коду, розгортання для користувача та збору телеметрії щодо використання. Ці засоби створені для роботи разом настільки плавно, наскільки це можливо та всі вони представлені Visual Studio IDE (integrated development environment).

Це середовище дозволяє працювати з .cs файлами з використанням помічника IntelliSense, який доступний як у Visual Studio, так і у звичайному редакторі Visual Studio Code.

Visual Studio IntelliSense представлений для різних мов програмування та різних форматів файлів (від звичайних логів до JSON/XML) та підтримує основаного на реальних проектах помічника у завершенні коду та може бути зконфігурованим для надання більшої варіативності у підказках.<sup>[13]</sup>

Цей засіб допомагає без зайвих звернень до документації .NET Core використовувати влаштовані .cs модулі, отримуючи інформацію про реалізацію цих файлів прямо у середовищі.

## 4.6 Середовище MS SQL Management Studio

Студія управління SQL Server (SSMS) - це програмне додаток, вперше запущене з Microsoft SQL Server 2005, яке використовується для налаштування, управління та адміністрування всіх компонентів у Microsoft SQL Server. Він є наступником Enterprise Manager у SQL 2000 або раніше. Інструмент включає як редактори сценаріїв, так і графічні інструменти, які працюють з об'єктами та особливостями сервера.

Центральною особливістю SSMS є Object Explorer, який дозволяє користувачеві переглядати, вибирати та діяти з будь-якими об'єктами на сервері. Також було надіслано окреме видання Express, яке можна було вільно завантажувати, проте останні версії SSMS повністю здатні підключатися до будь-якого екземпляра SQL Server Express. Microsoft також включила зворотну сумісність для старих версій SQL Server, що дозволило новій версії SSMS підключатися до старих версій екземплярів SQL Server. Він також поставляється з Microsoft SQL Server Express 2012, або користувачі можуть завантажити його окремо.<sup>[14]</sup>

Починаючи з версії 11, програма базувалася на оболонці Visual Studio 2010, використовуючи WPF для інтерфейсу користувача. Версії 18 та новіші базуються на ізольованій оболонці Visual Studio 2017.

Microsoft SQL Server - це реляційна система управління базами даних, розроблена корпорацією Майкрософт. Як сервер баз даних, це програмний продукт з основною функцією зберігання та отримання даних, як вимагають інші програмні програми, - який може працювати як на одному комп'ютері, так і на іншому комп'ютері через мережу (включаючи Інтернет). Корпорація Майкрософт продає щонайменше десятку різних версій Microsoft SQL Server, спрямованих на різну аудиторію та для робочих навантажень, починаючи від невеликих однокомпонентних додатків і закінчуючи великими додатками, орієнтованими на Інтернет, з багатьма одночасними користувачами.

## **4.7 Висновки до розділу**

Даний розділ освітлює необхідні інструменти для реалізації програмного додатку. Цими технологіями користуються вже багато років, що говорить про їх практичність у використанні, легке освоєння та досить велику кількість готових рішень, що спрощує роботу.

## 5 ОПИС ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ

Реалізація програмного додатку формування сценарію моделювання наслідків витоку небезпечних хімічних речовин.

Для реалізації даної задачі були використанні знання, що були отримані під час аналізу поставленої проблеми.

### 5.1 Структура програмного забезпечення

Для реалізації системи формування сценарію моделювання наслідків витоку небезпечних хімічних речовин був розроблений комп'ютерний додаток для настільник ПК на операційних системах Windows.

Додаток використовує бібліотеку ArcGIS Runtime SDK for WPF для відображення карти, яка містить відмічені потенційно небезпечні об'єкти.

Файл Emergency\_1.csproj – це проект програмного продукту на мові C#, який зберігає налаштування проекту, посилання на ресурси, бібліотеки, що використовуються в додатку. Також файл зберігає структуру проекту. На рисунку 5.1.1 зображена його структура.

```

1  <Project Sdk="Microsoft.NET.Sdk.WindowsDesktop">
2
3  <PropertyGroup>
4    <OutputType>WinExe</OutputType>
5    <TargetFramework>netcoreapp3.1</TargetFramework>
6    <UseWPF>true</UseWPF>
7  </PropertyGroup>
8
9  <ItemGroup>
10 <PackageReference Include="Esri.ArcGISRuntime.WPF">
11   <Version>100.11.0</Version>
12 </PackageReference>
13 <PackageReference Include="Microsoft.EntityFrameworkCore.SqlServer" Version="5.0.6" />
14 <PackageReference Include="Microsoft.EntityFrameworkCore.Tools" Version="5.0.6">
15   <PrivateAssets>all</PrivateAssets>
16   <IncludeAssets>runtime; build; native; contentfiles; analyzers; buildtransitive</IncludeAssets>
17 </PackageReference>
18 <PackageReference Include="Microsoft.Extensions.Configuration" Version="5.0.0" />
19 <PackageReference Include="Microsoft.Extensions.Configuration.FileExtensions" Version="5.0.0" />
20 <PackageReference Include="Microsoft.Extensions.Configuration.Json" Version="5.0.0" />
21 <PackageReference Include="Microsoft.Extensions.DependencyInjection" Version="5.0.1" />
22 <PackageReference Include="System.Data.SqlClient" Version="4.8.2" />
23 </ItemGroup>
24
25 <ItemGroup>
26 <None Update="appsettings.json">
27   <CopyToOutputDirectory>PreserveNewest</CopyToOutputDirectory>
28 </None>
29 </ItemGroup>
30
31 </Project>

```

Рисунок 5.1.1 – структура файлу Emergency\_1.csproj

Файли App.xaml і App.xaml.cs – це системні файли, що використовуються для опису глобальних ресурсів, які будуть доступні з будь-якого рівня проекту.

```

1  using Esri.ArcGISRuntime;
2  using System;
3
4  using System.Windows;
5
6  namespace Emergency_1
7  {
8      Ссылка: 3
9      public partial class App : Application
10     {
11         ссылка: 1
12         private void Application_Startup(object sender, StartupEventArgs e)
13         {
14             try
15             {
16                 // Initialize the ArcGIS Runtime before any components are created.
17                 string licenseKey = "runtimelite,1000,rud2999414538,none,9TJC7XLS1H0M8YAJM230"; //Configuration["LicenseKey"] ?? "";
18                 ArcGISRuntimeEnvironment.SetLicense(licenseKey);
19                 ArcGISRuntimeEnvironment.Initialize();
20             }
21             catch (Exception ex)
22             {
23                 MessageBox.Show(ex.ToString(), "ArcGIS Runtime initialization failed.");
24             }
25             // Exit application
26             this.Shutdown();
27         }
28     }
29 }
30
31

```

Рисунок 5.1.2 – структура файлу App.xaml.cs

Клас MapViewModel.cs зберігає данні для додавання шарів на карту, та для підключення до серверу де зберігаються ці шари.

```

1  using Esri.ArcGISRuntime.Data;
2  using Esri.ArcGISRuntime.Mapping;
3  using Esri.ArcGISRuntime.Mapping.Popups;
4  using Esri.ArcGISRuntime.Security;
5  using Esri.ArcGISRuntime.Symbology;
6  using Esri.ArcGISRuntime.UI;
7  using Esri.ArcGISRuntime.UI.Controls;
8  using System;
9  using System.ComponentModel;
10 using System.Runtime.CompilerServices;
11
12 namespace Emergency_1
13 {
14     Ссылка: 4
15     public class MapViewModel : INotifyPropertyChanged
16     {
17         Ссылка: 3
18         public GeoView MapView { get; private set; }
19         ссылка: 1
20         public MapViewModel()
21         {
22             private Map _map = new Map(Basemap.CreateStreetsVector());
23
24             /// Gets or sets the map
25             ссылка: 1
26             public Map Map
27             {
28                 get => _map;
29                 set { _map = value; OnPropertyChanged(); }
30             }
31         }
32     }
33 }

```

Рисунок 5.1.3 – структура файлу MapViewModel.cs

В файлі описані гетери та сетери, для взаємодії з даними на користувацькому інтерфейсі, наприклад для відображення карти.

Також тут відбувається ініціалізація з сервером який зберігає карту й шари, та проводяться зміни візуального вигляду графічних даних і проводиться додавання до колекції шарів на мапі (рис. 6.1.4).

```

86  Renderer _simpleRenderer = new SimpleRenderer(new SimpleMarkerSymbol
87  {
88      Color = System.Drawing.Color.Coral,
89      Style = SimpleMarkerSymbolStyle.Circle,
90      Size = 22,
91      Outline = new SimpleLineSymbol
92      {
93          Color = System.Drawing.Color.AliceBlue,
94          Width = 2
95      }
96  });
97  ovlMapLocation = new GraphicsOverlay
98  {
99      Renderer = new SimpleRenderer(new SimpleMarkerSymbol
100     {
101         Color = System.Drawing.Color.Coral,
102         Style = SimpleMarkerSymbolStyle.Circle,
103         Size = 22,
104         Outline = new SimpleLineSymbol
105         {
106             Color = System.Drawing.Color.AliceBlue,
107             Width = 2
108         }
109     },
110     PopupDefinition = new PopupDefinition { Title = "Сенсори" }
111 };

```

Рисунок 5.1.4 – створення шарів та додавання об'єктів на мапу

Також в файлі `CategoryCatalog.xaml.cs` визначенні функції обробки подій які виникають при взаємодії з користувацьким інтерфейсом. Це може бути взаємодія з об'єктами на карті, а також виведення або пошук даних в таблиці (рис. 6.1.5)

```

12 public partial class CategoryCatalog : Window
13 {
14     ссылка: 1
15     public CategoryCatalog()
16     {
17         InitializeComponent();
18         binddatagrid();
19     }
20
21     ссылка: 1
22     private void binddatagrid()
23     {
24         SqlCommand cmd = new SqlCommand();
25         cmd.CommandText = "select u_name from EmergencyClasses";
26         cmd.Connection = DbConnection.Instance;
27         SqlDataAdapter da = new SqlDataAdapter(cmd);
28         DataTable dt = new DataTable("EmergencyClasses");
29         da.Fill(dt);
30
31         g1.ItemsSource = dt.DefaultView;
32     }
33
34     ссылка: 1
35     private void Row_Double_Click(object sender, MouseButtonEventArgs e)
36     {
37         if(sender is DataRowView row)
38         {
39             var value = (row.DataContext as DataRowView).Row.ItemArray[0].ToString();
40             var owner = Owner as Window_reg_emergency;
41             owner.NSType.Text = value;
42             Owner.Show();
43             this.Close();
44         }
45     }
46 }

```

Рисунок 5.1.5 – функції для пошуку даних в таблиці та для обробки вибору користувача

Папка Windows зберігає файл Window\_reg\_emergency.xaml (рис. 6.1.6), що створює графічне відображення вікна реєстрації нової надзвичайної ситуації. Файл написаний декларативною мовою розмітки XAML, а дані інтерфейсу прив'язані та передаються за допомогою ресурсів програми та її просторових імен.

```

9 Title="Window_reg_emergency" Height="451" Width="500"
10 Grid AutomationProperties.HelpText="show"
11 <Label Content="Тин HC" HorizontalAlignment="Left" Margin="30,92,0,0" VerticalAlignment="Top" Width="59"/>
12 <Button x:Name="ConfirmButton" Content="Підтвердити" HorizontalAlignment="Left" Margin="384,388,0,0" VerticalAlignment="Top" Width="100" Click="ConfirmButton_Click"/>
13 <TextBox x:Name="operTBChange" HorizontalAlignment="Left" Margin="364,44,0,0" TextWrapping="Wrap" VerticalAlignment="Top" Width="120" TextChanged="operTBChange_TextChanged"/>
14 <Label Content="Оператор" HorizontalAlignment="Left" Margin="298,40,0,0" VerticalAlignment="Top" Width="73"/>
15 <GroupBox Header="Дата HC" Margin="30,20,308,348">
16 <StackPanel Height="40">
17 <DatePicker Text="show"/>
18 </StackPanel>
19 </GroupBox>
20 <Button x:Name="ButtonClass" Content="Класифікатор HC" HorizontalAlignment="Left" Margin="372,94,0,0" VerticalAlignment="Top" Width="112" Click="ButtonClass_Click"/>
21 <Label Content="Label" HorizontalAlignment="Left" Margin="528,157,0,0" VerticalAlignment="Top"/>
22 <TextBox x:Name="NSType" HorizontalAlignment="Left" Margin="89,96,0,0" TextWrapping="Wrap" VerticalAlignment="Top" Width="271" TextChanged="TextBox_TextChanged"/>
23 <TextBox x:Name="region" Visibility="Hidden" HorizontalAlignment="Left" Margin="152,246,0,0" Text="TextBox" TextWrapping="Wrap" VerticalAlignment="Top" Width="120"/>
24 <Button x:Name="ButtonPoll" Content="Класифікатор HXP" HorizontalAlignment="Left" Margin="372,134,0,0" VerticalAlignment="Top" Width="112" Click="ButtonPoll_Click"/>
25 <TextBox x:Name="NHR" HorizontalAlignment="Left" Margin="212,135,0,0" TextWrapping="Wrap" VerticalAlignment="Top" Width="148" TextChanged="TextBox_TextChanged"/>
26 <Label Content="Небезпечна хімічна речовина" HorizontalAlignment="Left" Margin="30,131,0,0" VerticalAlignment="Top" Width="182"/>
27 <GroupBox Header="Метеорологічні умови" Margin="30,189,129,113">
28
29 <ComboBox Width="142" Height="22" VerticalAlignment="Top" HorizontalAlignment="Left" Margin="120,0,0,0" >
30 <TextBlock>Північний</TextBlock>
31 <TextBlock>Північно-Східний</TextBlock>
32 <TextBlock>Східний</TextBlock>
33 <TextBlock>Південно-Східний</TextBlock>
34 <TextBlock>Південний</TextBlock>
35 <TextBlock>Південно-Західний</TextBlock>
36 <TextBlock>Західний</TextBlock>
37 <TextBlock>Північно-Західний</TextBlock>
38 </ComboBox>
39 </GroupBox>
40 <TextBlock HorizontalAlignment="Left" Margin="40,208,0,0" Text="Напрямок вітру" TextWrapping="Wrap" VerticalAlignment="Top"/>
41 <TextBlock HorizontalAlignment="Left" Margin="40,237,0,0" Text="Сила вітру (м/с)" TextWrapping="Wrap" VerticalAlignment="Top"/>
42 <TextBox Text="{Binding ElementName=s1Value, Path=Value, UpdateSourceTrigger=PropertyChanged}" TextAlignment="Right" Margin="128,236,336,162" />
43 <Slider Maximum="36" TickPlacement="BottomRight" TickFrequency="1" IsSnapToTickEnabled="True" Name="s1Value" Margin="167,234,140,148" ValueChanged="s1Value_ValueChanged" />
44 <TextBox HorizontalAlignment="Left" Margin="139,263,0,0" TextWrapping="Wrap" VerticalAlignment="Top" Width="43"/>
45 <TextBlock HorizontalAlignment="Left" Margin="41,262,0,0" TextWrapping="Wrap" VerticalAlignment="Top" Width="100"><Run Text="Температура"/><Run Language="uk-ua" Text=" (*C)

```

Рисунок 5.1.6 – структура файлу Window\_reg\_emergency.xaml

Вище було описано реалізацію структури розробленого комп'ютерного додатку для користувачів платформ Windows. Завдяки тому, що додаток використовує технологію .NET Core він сумісний з операційними системами Windows XP і вище, а при потребі, за невеликий термін є можливість адаптувати програму під платформи Linux або macOS.

## 5.2 Створення бази даних у середовищі MS SQL

Нижче на рисунку 5.2.1 зображено загальну схему таблиць бази даних та відповідних зв'язків.

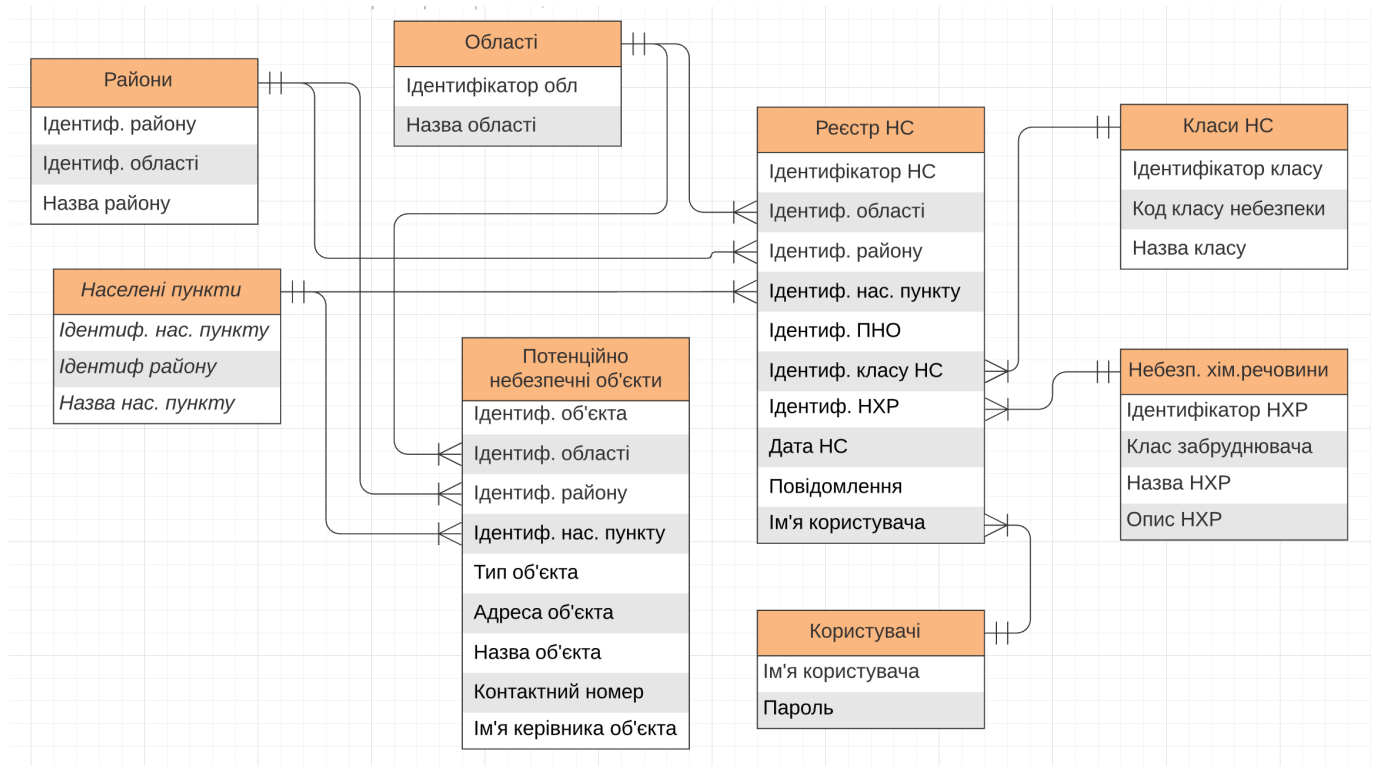


Рисунок 5.2.1 – Загальна схема БД

	nk	kod	u_name
1	1	01	Автономна республіка Крим
2	2	05	Вінницька
3	3	07	Волинська
4	4	12	Дніпропетровська
5	5	14	Донецька
6	6	18	Житомирська
7	7	21	Закарпатська
8	8	23	Запорізька
9	9	26	Івано-Франківська
10	10	32	Київська
11	11	35	Кіровоградська
12	12	44	Луганська
13	13	46	Львівська
14	14	48	Миколаївська
15	15	51	Одеська
16	16	53	Полтавська
17	17	56	Рівненська
18	18	59	Сумська
19	19	61	Тернопільська
20	20	63	Харківська
21	21	65	Херсонська
22	22	68	Хмельницька
23	23	71	Черкаська
24	24	73	Чернівецька
25	25	74	Чернігівська
26	26	80	Київ (міськрада)
27	27	85	Севастополь (міськрада)
28	28	86	За межами України

Таблиця 5.2.1 Області

Таблиця 5.2.1 містить у собі такі поля: NK(ID), код та Область. Пов'язується з іншими таблицями за допомогою ключа ID.

	idraj	idteritory	nazva	id
1	0110900000	3	Євпаторія (міськрада)	4
2	0111200000	3	Керч	5
3	0111300000	3	Красноперекопськ	6
4	0111400000	3	Саки	7
5	0111500000	3	Армянськ	8
6	0111600000	3	Феодосія (міськрада)	9
7	0111700000	3	Судак (міськрада)	10
8	0111900000	3	Ялта (міськрада)	11
9	0120400000	3	Бахчисарайський	12
10	0120700000	3	Білогорський	13
11	0121100000	3	Джанкойський	14
12	0121600000	3	Кіровський	15
13	0122000000	3	Красногвардійський	16
14	0122300000	3	Красноперекопський	17
15	0122700000	3	Ленінський	18
16	0123100000	3	Нижньогірський	19
17	0123500000	3	Первомайський	20
18	0123900000	3	Роздольненський	21
19	0124300000	3	Сакський	22
20	0124700000	3	Сімферопольський	23
21	0125200000	3	Советський	24
22	0125600000	3	Чорноморський	25
23	0510100000	4	Вінниця	26
24	0510300000	4	Жмеринка	27
25	0510400000	4	Могилів-Подільськи...	28
26	0510900000	4	Хмільник	29
27	0520200000	4	Барський	30
28	0520400000	4	Бершадський	31
29	0520600000	4	Вінницький	32
30	0520800000	4	Гайсинський	33
31	0521000000	4	Жмеринський	34

Таблиця 5.2.2 Райони

Таблиця 5.2.2 містить у собі такі поля: idraj, idteritory, ID та Район. Пов'язується з іншими таблицями за допомогою ключа ID.

	idmis	idraj	typelong	typeshort	nazva	id
199	0524883702	52	село	с.	Вербівка	5575
200	0524883703	52	село	с.	Крутнів	5576
201	0524884001	52	село	с.	Лип'ятин	5577
202	0524884002	52	село	с.	Морозівка	5578
203	0524884003	52	село	с.	Чеснівка	5579
204	0524884201	52	село	с.	Лозна	5580
205	0524884202	52	село	с.	Пролетар	5581
206	0524884203	52	село	с.	Хутори-Крив...	5582
207	0524884501	52	село	с.	Лозова	5583
208	0524884502	52	село	с.	Вугли	5584
209	0524884503	52	село	с.	Гулі	5585
210	0524884504	52	село	с.	Думенки	5586
211	0524884505	52	село	с.	Педоси	5587
212	0524884801	52	село	с.	Маркуші	5588
213	0524884802	52	село	с.	Митинці	5589
214	0524885001	52	село	с.	Мар'янівка	5590
215	0524885002	52	село	с.	Лісогірка	5591

Таблиця 5.2.3 Населені пункти

Таблиця 5.2.3 містить у собі населені пункти та такі поля: idmis, idraj, typelong – повна назва, typeshort – скорочена назва та назва населеного пункту. Пов'язується з іншими таблицями за допомогою ключа ID.

	idcont	idobj	name	volume	quantity	comment	idful	idpollagent	idedizim	pressure_max	pressure_min	temperature_min	temperature_max	idei_pressure	idtype	idmethod	h_obval
1	1	14	ємність	50	3	речовина не вказана	NULL	7770	NULL	1	1	-30	30	1032	17	4	0
2	2	13	ємність	16000	6		3	22	512	NULL	NULL	-30	30	NULL	17	4	0
3	3	13	ємність	16000	8		3	135	512	NULL	NULL	-30	30	NULL	17	4	0
4	4	13	ємність	5000	2		3	11497	512	NULL	NULL	-30	30	NULL	17	4	0
5	5	13	ємність	6	2		3	2984	514	NULL	NULL	-30	30	NULL	17	4	0
6	6	16	ємність для накопичування	40	4	речовина не вказана	3	NULL	514	NULL	NULL	18	18	NULL	17	4	0
7	7	16	ємність для вспіювання	40	1	речовина не вказана	3	NULL	514	NULL	NULL	18	18	NULL	17	4	0
8	8	16	ємність	NULL	1		3	135	NULL	NULL	NULL	18	18	NULL	17	4	0
9	9	20	ресивер	750	1		NULL	17	512	10	10	18	18	1032	17	4	0
10	12	15	лінійний ресивер	3,5	20		3	NULL	514	10	10	-25	25	NULL	17	4	0
11	13	15	конденсатор	3,5	4		3	NULL	514	10	10	-25	25	1032	17	4	0
12	14	21	ємність	50000	5		NULL	22	512	1,25	1,25	18	18	1032	17	4	0
13	15	21	ємність	25000	3		NULL	22	512	1,25	1,25	18	18	1032	17	4	0
14	16	22	ресивер	5000	2		3	17	512	10	10	-25	25	1032	17	4	0
15	18	24	цистерна	35000	3		3	28	512	NULL	NULL	-25	25	NULL	17	4	0
16	19	24	цистерна	5000	5		3	9286	512	NULL	NULL	-25	25	NULL	17	4	0
17	20	29	ресивер	3000	1	речовина не вказана	3	NULL	512	12	12	18	18	1032	17	4	0
18	21	28	контейнер	1000	48	речовина не вказана	3	NULL	512	6	6	10	10	1032	17	4	0
19	22	30	ресивер	10	2		3	17	512	15	15	18	18	1032	17	4	0
20	23	30	конденсатор	30	2		NULL	17	512	15	15	18	18	1032	17	4	0
21	24	30	випалювач	40	1		NULL	17	512	10	10	18	18	1032	17	4	0
22	26	32	контейнер	1000	2	речовина не вказана	3	NULL	512	6	6	10	10	1032	17	4	0
23	27	27	ємність	6,3	1		3	1037	514	NULL	NULL	-30	30	NULL	17	4	0
24	28	27	ємність	10	1		3	51	514	NULL	NULL	-30	30	NULL	17	4	0
25	30	34	балон	50	6		3	518	512	6	6	10	10	1032	17	4	0
26	31	38	балон	60	15		3	518	512	7	7	18	18	1032	17	4	0
27	32	39	ємність	24000	4		3	22	512	1	1	-20	30	1032	17	4	0
28	33	39	ємність	89000	3		3	135	512	1	1	-20	30	1032	17	4	0
29	34	39	ємність	8000	2		3	503	512	1	1	-20	30	1032	17	4	0
30	35	36	балон	50	7		3	518	512	6	6	10	10	1032	17	4	0
31	36	40	балон	50	7		3	518	512	6	6	10	10	1032	17	4	0
32	37	42	цистерна	300000	10	речовина не вказана	3	NULL	512	1	1	-25	25	1032	17	4	0
33	38	43	цистерна	60000	1		NULL	135	512	1	1	-20	30	1032	17	4	0
34	40	44	ресивер	41500	8	речовина не вказана	3	NULL	512	8	8	-20	30	1032	17	4	0
35	41	46	балон	60,5	90		3	518	512	NULL	NULL	-20	30	NULL	17	4	0

Таблиця 5.2.4 Ємності

Таблиця 5.2.4 містить у собі перелік ємностей. Пов'язується з іншими таблицями за допомогою ключа ID.

	idobj	objname	adress	manager	idteritory	idraj	idmis	idactivity
1	6	ДВАТ шахта ім. Дзержинського		Холопін Л.В,	12	314	434	6
2	7	ДВАТ шахта імені Г.Г.Капустіна		Гальченко Анатолій Михайлович	12	312	430	6
3	9	ДВАТ шахта ім. Мельникова	349913	Кірьяков А.Є.	12	312	428	7
4	11	ДВАТ шахта "Західно-Донбаська"	51500	Чемакін Володимир Олексійович	6	89	342	6
5	12	ДВАТ ЦЗФ "Суходільська"		Черненко В.П.	12	310	423	7
6	13	ДП ГЗФ "Луганська"	31493	Гарус В.К.	12	305	28696	NULL
7	14	ДВАТ ЦЗФ "Колосніківська"	86193	Нікітюк Микола Георгієвич	7	130	28599	7
8	15	ВАТ "Чернівцім'ясопромсервіс"	274007, вул. М.Тореза, 31	Мяковська Лілія Павлівна	24	620	224	17
9	16	ДВАТ ЦЗФ "Чумаківська"	83031 вул. Бараннікова	Гаркушин Юрій Константинович	7	668	349	7
10	17	ДВАТ ГЗФ "Вахрушевська"	вул.Фурманова 29	Томілін Віктор Борисович	12	314	28738	7
11	18	ДВАТ ГЗФ ім."Ізвестій"	94503 вул. Студентська	Бочаров Михайло Іванович	12	311	424	7
12	19	Центральна збагачувальна фабрика "Сніжнянська"	86510	Страшко Ігор Андрійович	7	134	28609	7
13	20	ЗАТ "Сватівський м'ясокомбінат"	92600 вул. Челюскінців, 6	Григор'єв Сергій Дмитрович	12	331	448	19
14	21	ЗАТ "Сватівська олія"	92600 пров. Заводський, 13	Білоус Валерій Володимирович	12	331	448	22
15	22	ЗАТ "Краматорський м'ясопереробний завод"	вул. Транспортна 2	Гарная Ірина Олександрівна	7	127	374	19
16	23	Ровеньківський КХП	94700 вул. Енгельса, 7	Кудинов Микола Григорович	12	314	434	28
17	24	ВАТ "Чернівецький завод "Індустрія"	вул. Севастопольська, 38	Козак Іван Демидович	24	620	224	74
18	25	ДВАТ ЦЗФ "Вуглегірська"	86481	Голова правління	7	122	367	7
19	27	ВАТ "Об'єднання Склопластик"	93400	Нестеров Микола Григорович	12	317	438	69

Таблиця 5.2.5 Потенційно небезпечні об'єкти

Таблиця 5.2.5 містить у собі Потенційно небезпечні об'єкти та такі поля: idobj, idraj, idmis, Назву об'єкта та фактичну адресу. Пов'язується з іншими таблицями за допомогою ключа ID.

	kod	u_name	nk	workkod
1	01	10000 НС техногенного характеру	1	10000
2	01001	10100 Аварії (катастрофи) на транспорті	2	10100
3	01001001	10110 Аварії на транспорті з викиданням (загрозо...	3	10110
4	01001002	10111 Аварії на транспорті з викиданням (загрозо...	4	10111
5	01001003	10112 Аварії на транспорті з викиданням (загрозо...	5	10112
6	01001004	10113 Аварії на транспорті з викиданням (загрозо...	6	10113
7	01001005	10114 Аварії на транспорті з загрозою розливання ...	7	10114
8	01001006	10120 Аварії на транспорті, в які потрапили керівни...	8	10120
9	01001007	10130 Аварії на залізницях, в тому числі в метропо...	9	10130
10	01001008	10140 Аварії на водному транспорті	10	10140
11	01001009	10141 Аварії риболовецьких і рибопромислових су...	11	10141
12	01001010	10142 Аварії нафтоналивних суден з загрозою роз...	12	10142
13	01001011	10143 Аварії на суднах для перевезення хімічних р...	13	10143
14	01001012	10144 Аварії пасажирських суден	14	10144
15	01001013	10150 Авіаційні катастрофи	15	10150
16	01001014	10151 Авіаційні катастрофи в аеропортах та насел...	16	10151
17	01001015	10152 Авіаційні катастрофи поза аеропортами та н...	17	10152
18	01001016	10160 Аварії на автодорожньому транспорті	18	10160
19	01001017	10161 Аварії автодорожнього транспорту на шляхах	19	10161
20	01001019	10170 Аварії на трубопроводах	21	10170
21	01001020	10171 Аварії на магістральних газопроводах	22	10171
22	01001021	10172 Аварії на нафтопроводах та продуктопровод...	23	10172
23	01001022	10180 Аварії на міському транспорті	24	10180
24	01001023	10181 Аварії на міському електротранспорті	25	10181
25	01001024	10182 Аварії на міському пасажирському транспор...	26	10182
26	01002	10200 Пожежі, вибухи	27	10200
27	01002001	10210 Пожежі, вибухи у будівлях та спорудах	28	10210
28	01002002	10211 Пожежі, вибухи у спорудах, на комунікаціях т...	29	10211
29	01002003	10212 Пожежі, вибухи у будівлях та спорудах нежи...	30	10212
30	01002004	10213 Пожежі, вибухи у будівлях та спорудах житл...	31	10213
31	01001018	10162 Аварії автодорожнього транспорту на моста...	32	10162
32	01002005	10220 Пожежі, вибухи на об'єктах розвідування, ви...	33	10220
33	01002006	10230 Пожежі, вибухи на транспорті	34	10230
34	01002007	10231 Пожежі, вибухи на залізницях	35	10231
35	01002008	10232 Пожежі, вибухи на водному транспорті	36	10232
36	01002009	10233 Пожежі, вибухи на повітряному транспорті	37	10233
37	01002010	10234 Пожежі, вибухи на інших видах транспорту	38	10234
38	01002011	10240 Пожежі, вибухи у шахтах, підземних та гірни...	39	10240
39	01002012	10250 Пожежі на радіаційно, хімічно та біологічно н...	40	10250
40	01002013	10260 Лісові пожежі техногенного характеру	41	10260
41	01003	10300 Аварії з викиданням (загрозою викидання) Н...	42	10300
42	01003001	10310 Аварії з викиданням (загрозою викидання), у...	43	10310

Таблиця 5.2.6 Класи надзвичайних ситуацій

Таблиця 5.2.6 містить у собі перелік надзвичайних ситуацій та такі поля: kod(ID), workkod та назву надзвичайної ситуації. Пов'язується з іншими таблицями за допомогою ключа ID.

n20	n21	n22	n23	n24	n33	n34	n35	ns_end	n75	
22	04	Дніпропетровська область. О 18 год. 18 липня у П...	у Петропавлівському районі	NULL	749	4	1	На місці події працює оперативна група Управління з ...	1	21:11
23	04	20.07.1999 року в 10.00 у м. Джанкой у локомотивно...	м. Джанкой у локомотивному депо	NULL	NULL	4	1	Подана заявка на знешкодження в в/ч Д-0279.	1	13:49
24	03	О 3 год. 40 хв. 21 липня біля с. Пісочин Харківськог...	біля с. Пісочин Харківського району на автошляху Х...	NULL	NULL	NULL	NULL	Постраждалого доставлено до лікарні м. Харкова. Ве...	1	14:09
25	04	О 16 год. 20 хв. 21 липня на пустирі біля дитячого р...	на пустирі біля дитячого радіологічного спецдисп...	NULL	NULL	6	3	NULL	0	14:41
26	04	О 17 год. 20 хв. 21 липня біля пансіонату "Дніпроге...	біля пансіонату "Дніпрогес" неподалік Алуштин	NULL	NULL	72	6	До гасіння пожежі залучались сили та засоби Алуштин...	1	16:07
27	04	20 липня біля с. Низи Сокальського району сталоса...	біля с. Низи Сокальського району	NULL	NULL	8	1	Ситуація знаходиться під контролем Управління з лит...	0	16:36
28	04	В м. Суми по вул. 9 Січня знайдено два снаряди ча...	В м. Суми по вул. 9 Січня	NULL	NULL	12	2	Подана заявка на знешкодження до в/ч Д-0060 м. Ром...	1	17:13
29	03	О 14 год. 26 хв. 22 липня біля с. Погреби Броварськ...	біля с. Погреби Броварського району	NULL	NULL	15	5	Постраждалих доставлено до лікарні м. Бровари. На ...	1	22:07
30	04	О 18 год. 10 хв. 22 липня у м. Євпаторія в котельній...	у м. Євпаторія в котельній м'ясокомбінату	NULL	NULL	8	2	Ведеться слідство.	1	22:11
31	04	По вул. Зелена 277-1А на городі знайдено снаряд ч...	По вул. Зелена 277-1А на городі	NULL	NULL	4	1	Виставлена охорона. Подана заявка на знешкодженн...	1	08:11
32	03	О 21 год. 23 липня у м. Алушта внаслідок заливття ...	у м. Алушта	NULL	NULL	8	2	NULL	1	11:16
33	04	О 0 год. 45 хв. 23 липня на шахті Перевальська ДХ...	на шахті Перевальська ДХК "Луганськвугілля"	NULL	NULL	3	1	Ведеться слідство.	1	11:21
34	04	О 19 год. 10 хв. 8 липня на видатковому складі хло...	у Ватутинському районі міста	NULL	NULL	16	2	аварію було ліквідовано	1	23:31
35	04	16 серпня о 9 .00 у м. Новодружеськ на присадібній...	у м. Новодружеськ	NULL	NULL	8	2	О 20.25 було знешкоджено саперами в.ч. Д-0150.	1	12:52
36	04	Знайдено протivotанковий снаряд визначений як...	у м. Миколеєві на березі ріки Южний буг	NULL	NULL	2	1	вилучен з місця знахідки	1	07:38
37	04	Знайдено протivotанкову міну часів ВВВ .Виставл...	у с. Пологи по вул. Леніна 165, в огороді	NULL	NULL	6	2	Заяву подано в в/ А-05673 м. Охтирка. Міну вилучено ...	1	07:44
38	02	В лікувальних закладах станом на 16.08.99 знаходя...	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	0	14:30
39	04	знайдено у с. Вишенка снаряд часів ВВВ .Заява по...	у с. Вишенка	NULL	NULL	4	1	Заява подана в в/ч Д-0055	1	08:02
40	03	О 19 год. 30 хв. 10 липня у м. Хмельницькому 5 діте...	м. Хмельницький	NULL	NULL	6	2	Дітей було доставлено до реанімаційного відділення ...	1	16:35
41	03	10 липня у м. Бердянську зареєстровано випадок з...	у м. Бердянську	NULL	NULL	5	1	У вогнищі холери проводиться комплекс протихолер...	0	17:26
42	04	На відстані 1.5 км від с. Доброгоша Хмельницького...	На відстані 1.5 км від с. Доброгоша Хмельницького...	NULL	NULL	5	2	знешкоджено саперами Д-0160 гранату Ф-1 .	1	08:29
43	04	О 14 год. 11 липня у лісовому масиві біля н.п. Раде...	біля н.п. Раденськ Цюрупинського району	NULL	NULL	165	38	О 21 год. 20 хв. пожежу локалізовано.	1	14:16
44	04	О 9 год. 30 хв. 11 липня біля станції Жарки Новосан...	біля станції Жарки Новосанжарського району	NULL	NULL	30	6	о 14 год. 30 хв. була локалізована	1	14:32
45	04	Об 11 год. 45 хв. 17 серпня у с. Зуївка Харцизького ...	у с. Зуївка Харцизького району	NULL	NULL	NULL	NULL	Ведеться слідство.	1	09:21
46	04	В м.Бориспіль Київської області в приватній оселі в...	м.Бориспіль Київської області	NULL	NULL	4	1	Міна вилучена та знешкоджена силами МО.	1	15:32
47	04	В с.Жван Мурованокуріловецького р-ну Вінницької...	в с.Жван Мурованокуріловецького р-ну Вінницької...	NULL	580	25	5	Проводяться проектно-пошукові роботи.	1	16:24
48	04	О 14 год. 50 хв. 14 липня на Запорізькій АЕС із-за т...	на Запорізькій АЕС	NULL	NULL	NULL	NULL	Після поточного ремонту енергоблок включено в роб...	1	16:44
49	03	О 10 год. 55 хв. 14 липня на кільцевій дорозі м. Льв...	на кільцевій дорозі м. Львова біля м. Винники	NULL	NULL	53	17	Постраждалих госпіталізовано до лікарні швидкої доп...	1	17:24
50	04	О 16 год. 40 хв. біля с. Дяківці Литинського району ...	біля с. Дяківці Литинського району	NULL	NULL	52	6	До гасіння пожежі залучались робітники КСП та 5 по...	1	19:55
51	04	Об 11 год. 46 хв. 14 липня у м. Молодогвардійську ...	м. Молодогвардійську на шахті ім. 50 років СРСР Д...	NULL	NULL	10	1	До аварійних робіт залучалось відділення ВГРЧ (м...	1	20:02
52	04	О 2 год. 32 хв. 14 липня біля с. Мале Ладжино Пол...	біля с. Мале Ладжино Полтавського району	NULL	NULL	80	11	До робіт залучались 80 чол. та 11 од. техніки. На мі...	1	20:13
53	04	В с. Чековка Білопільського р-ну в полі виявлено с...	с. Чековка Білопільського р-ну в полі	NULL	NULL	4	1	Виставлена охорона. Подана заявка на знешкодженн...	1	20:46
54	04	В районі с. Виступичі Овруцького р-ну на площі 40 ...	В районі с. Виступичі Овруцького р-ну	NULL	NULL	67	9	Місця пожеж оборані. На місці події працює 9 од. техн...	0	07:45
55	04	О 19 год. 27 хв. 15 липня біля м. Херсон на автошля...	біля м. Херсон на автошляху Херсон - Миколаїв	NULL	NULL	NULL	NULL	Постраждалих госпіталізовано до обласної лікарні. В...	1	09:34

Таблиця 5.2.7 Реєстр надзвичайних ситуацій

Таблиця 5.2.7 представляє собою перелік зареєстрованих надзвичайних ситуацій та містить такі поля: n20(ID), Повідомлення, Адресу надзвичайної ситуації, Дату та Час. Пов'язується з іншими таблицями за допомогою ключа ID.

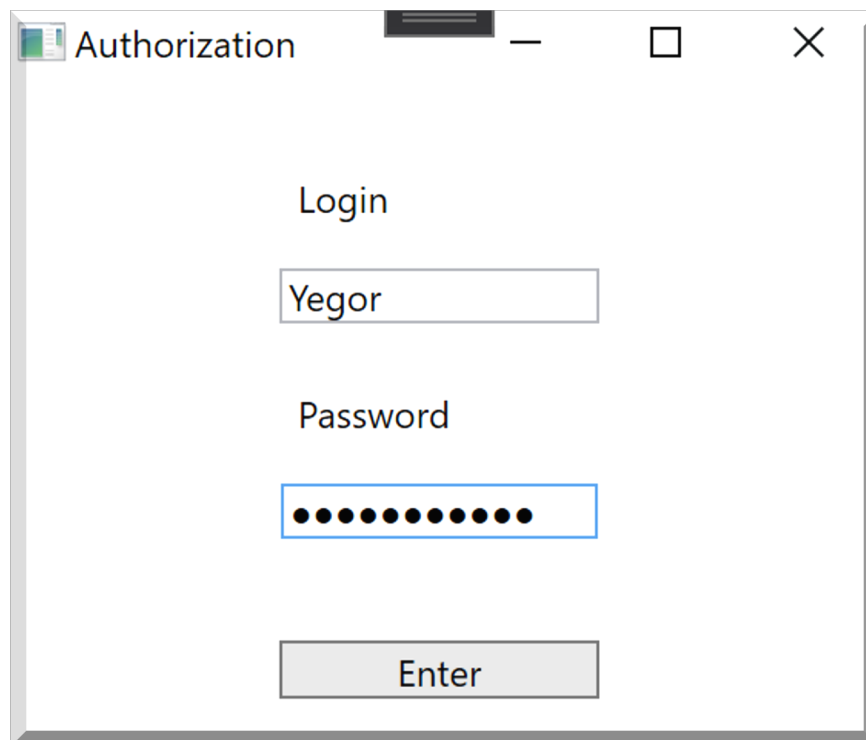
	login	password
1	student	123
2	yegor	qwer

Таблиця 5.2.8 Користувачі

Таблиця 5.2.8 містить у собі перелік зареєстрованих у системі користувачів, такі поля: login та password.

## 6 РОБОТА КОРИСТУВАЧА З ПРОГРАМНИМ ДОДАТКОМ

Для початку роботи із додатком користувач повинен авторизуватися у системі.



The image shows a standard Windows-style dialog box titled "Authorization". It has a white background and a gray border. At the top left, there is a small icon of a document with a green checkmark. The title bar contains the text "Authorization" followed by standard window control buttons (minimize, maximize, close). The main content area is centered and contains the following elements from top to bottom: the label "Login", a text input field with the text "Yegor", the label "Password", a password input field represented by 12 black dots, and a button labeled "Enter".

Рис 6.1 — Вікно авторизації користувача

Якщо користувач введе неправильний пароль, то програма виведе відповідне повідомлення:

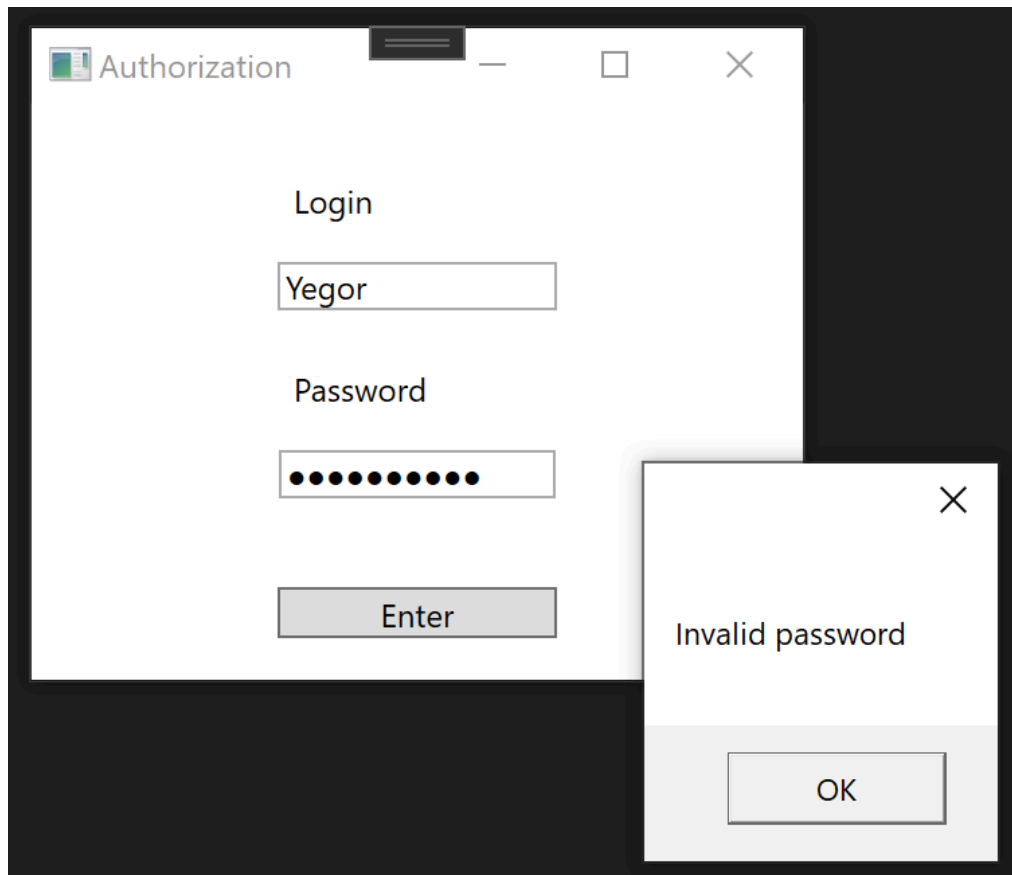


Рис 6.2 — Виведення повідомлення про помилку

Після виведення повідомлення про помилку користувач має можливість ввести дані повторно.

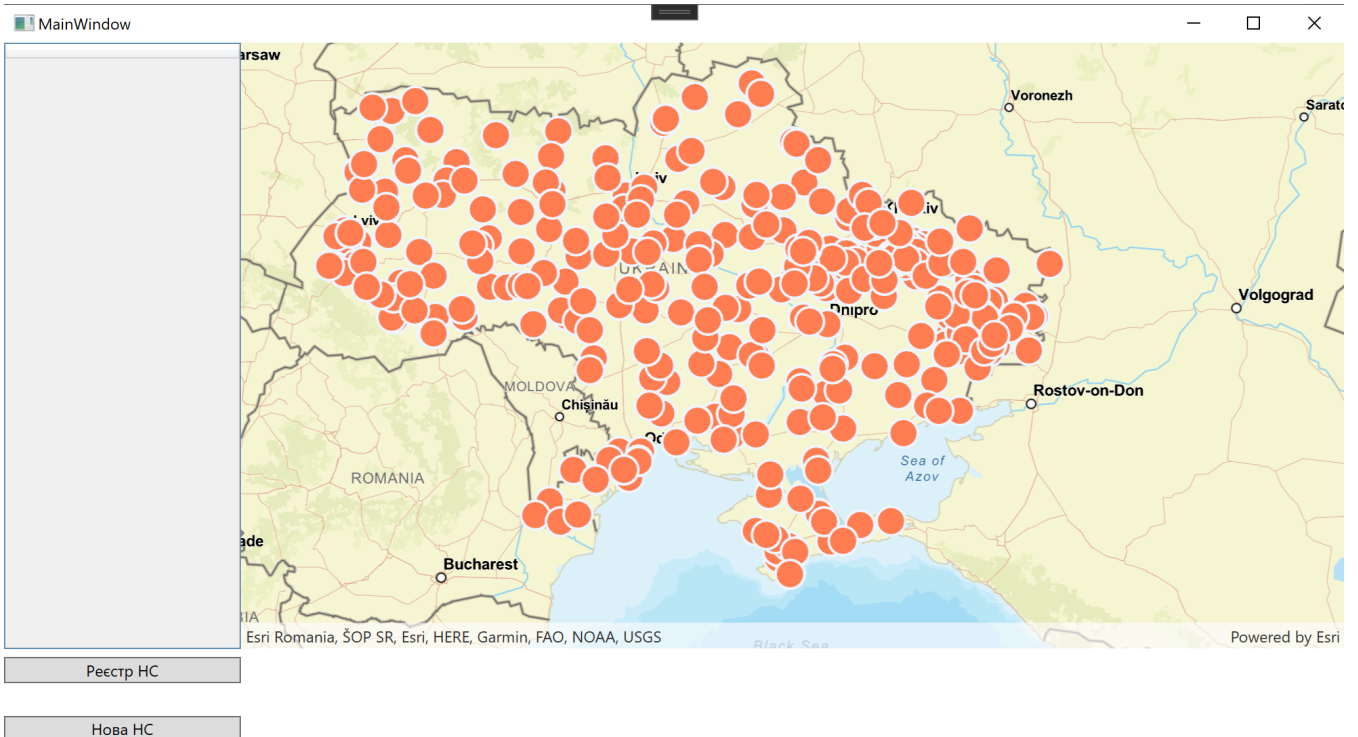


Рис 6.3 — Головне вікно програми

На головному вікні програми зображено карту з відміченими потенційно небезпечними об'єктами. Також є кнопки для переходу до реєстру надзвичайних ситуацій та для переходу до вікна реєстрації нової НС.

Window\_reg\_emergency

Дата НС  
16.02.2020 15

Оператор

Тип НС

Класифікатор НС

Небезпечна хімічна речовина

Класифікатор НХР

Метеорологічні умови

Напрямок вітру

Сила вітру (м/с) 0

Температура (\*C)

Підтвердити

Рис 6.4 — Вікно реєстрації нової НС

Зображено вікно реєстрації нової НС. Оператор має ввести дані про надзвичайну ситуацію (дату, тип НС, метеорологічні умови та обрати НХР).

Window\_reg\_emergency

Дата НС

Выбор даты 15

Оператор

Класифікатор НС

Класифікатор НХР

Сила вітру (м/с) 0

Температура (\*C)

Підтвердити

Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
27	28	29	30	31	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	1
2	3	4	5	6	7	8

Рис 6.5 — Вибір дати у вікні реєстрації нової НС

Після вводу дати надзвичайної ситуації користувач або вручну вводить тип НС та назву НХР, або по черзі переходить до класифікаторів натиснувши відповідні кнопки справа від полів вводу.

Login
10162 Аварії автодорожного транспорту на мостах, у тунелях, на залізничних переїздах
10220 Пожежі, вибухи на об'єктах розвідування, видобування, перероблення, транспортування та зберігання легкозаймистих, горючих, а також вибухових речовин
10230 Пожежі, вибухи на транспорті
10231 Пожежі, вибухи на залізницях
10232 Пожежі, вибухи на водному транспорті
10233 Пожежі, вибухи на повітряному транспорті
10234 Пожежі, вибухи на інших видах транспорту
10240 Пожежі, вибухи у шахтах, підземних та гірничих виробках
10250 Пожежі на радіаційно, хімічно та біологічно небезпечних об'єктах без викидання (вилиття) небезпечних речовин
<b>10260 Лісові пожежі техногенного характеру</b>
10300 Аварії з викиданням (загрозою викидання) НХР на інших об'єктах (крім аварій на транспорті)
10310 Аварії з викиданням (загрозою викидання), утворення та розповсюдження НХР під час їх виробництва, перероблення або зберігання (захоронення)
10320 Аварії з викиданням (загрозою викидання) БНР на підприємствах промисловості і в науково-дослідних установах
10400 Наявність у навколишньому середовищі шкідливих (забруднювальних) речовин понад ГДК
10410 Наявність в ґрунті шкідливих (забруднювальних) речовин понад ГДК
10420 Наявність у повітрі шкідливих (забруднювальних) речовин понад ГДК
10421 Наявність в атмосферному повітрі шкідливих (забруднювальних) речовин понад ГДК
10422 Наявність у повітрі підземних виробок шкідливих (забруднювальних) речовин понад ГДК
10423 Наявність у повітрі підземних та гірничих виробок РР понад ГДК
10430 Наявність у воді шкідливих (забруднювальних) речовин понад ГДК
10431 Наявність у поверхневих водах шкідливих (забруднювальних) речовин понад ГДК
10432 Наявність у питній воді шкідливих (забруднювальних) речовин понад ГДК
10433 Наявність у підземних водах шкідливих (забруднювальних) речовин понад ГДК
10434 Наявність у підземних водах радіоактивних речовин понад ГДК
10500 Аварії з викиданням (загрозою викидання) РР (крім аварій на транспорті)
10510 Аварії з викиданням (загрозою викидання) РР на атомних станціях, атомних енергетичних установках виробничого або дослідного призначення
10520 Аварії з викиданням (загрозою викидання) РР на підприємствах ядерно-паливного циклу (окрім атомних електростанцій)
10530 Аварії джерел іонізуючого випромінювання (включаючи ядерно-паливний цикл)

Рис 6.6 — Класифікатор надзвичайних ситуацій.

Перейшовши з вікна реєстрації надзвичайної ситуації оператор має подвійним кліком обрати тип НС та він автоматично повернеться до попереднього вікна реєстрації надзвичайної ситуації.

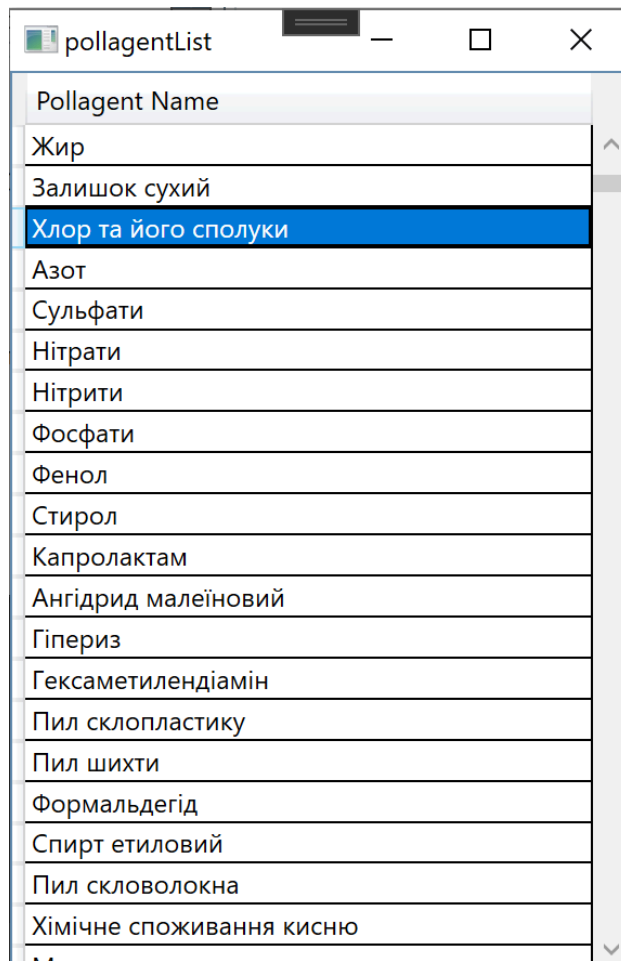


Рис 6.7 — Класифікатор небезпечних хімічних речовин.

Перейшовши з вікна реєстрації надзвичайної ситуації користувач має подвійним кліком обрати потрібну небезпечну хімічну речовину та він автоматично повернеться до попереднього вікна реєстрації надзвичайної ситуації.

Window\_reg\_emergency

Дата НС  
16.02.2020 15

Оператор

Тип НС 20740 Отруєння людей токсичними та іншими речовинами (групові випадки) Класифікатор НС

Небезпечна хімічна речовина Хлор та його сполуки Класифікатор НХР

Метеорологічні умови

Напрямок вітру

Сила вітру (м/с) 0

Температура (\*C)

Підтвердити

Рис 6.8 — Вікно реєстрації після введення типу НС та назви НХР.

Обравши тип НС та відповідну небезпечну хімічну речовину оператор переходить до введення даних про метеорологічні умови під час НС.

Window\_reg\_emergency

Дата НС  
16.02.2020

Оператор

Тип НС 20740 Отруєння людей токсичними та іншими речовинами (групові випадки) Класифікатор НС

Небезпечна хімічна речовина Хлор та його сполуки Класифікатор НХР

Метеорологічні умови

Напрямок вітру

Сила вітру (м/с) 0

Температура (\*С)

- Північний
- Північно-Східний
- Східний
- Південно-Східний
- Південний
- Південно-Західний
- Західний
- Північно-Західний

Підтвердити

Рис 6.9 — Вибір напрямку вітру із випадаючого списку.

Спочатку оператор обирає напрямок вітру з наданих варіантів у відповідному випадаючому списку.

Window\_reg\_emergency

Дата НС  
16.02.2020 15

Оператор

Тип НС 20740 Отруєння людей токсичними та іншими речовинами (групові випадки) Класифікатор НС

Небезпечна хімічна речовина Хлор та його сполуки Класифікатор НХР

Метеорологічні умови

Напрямок вітру Північно-Західний

Сила вітру (м/с) 21

Температура (\*С)

Підтвердити

Рис 6.10 — Введення сили вітру.

Користувач вручну або використовуючи повзунок вводить силу вітру. Шкала має ціну поділки 1м/с, тому можна легко та досить точно ввести дані.

Window\_reg\_emergency

Дата НС  
16.02.2020 15

Оператор

Тип НС 20740 Отруєння людей токсичними та іншими речовинами (групові випадки) Класифікатор НС

Небезпечна хімічна речовина Хлор та його сполуки Класифікатор НХР

Метеорологічні умови

Напрямок вітру Північно-Західний

Сила вітру (м/с) 21

Температура (\*C) 10

Підтвердити

Рис 6.11 — Введення температури навколишнього середовища.

Оператор вводить температуру навколишнього середовища, інформацію можна взяти з прогнозу погоди, або з вуличного термометра. Далі користувач вводить ім'я та натискає кнопку «Підтвердити».

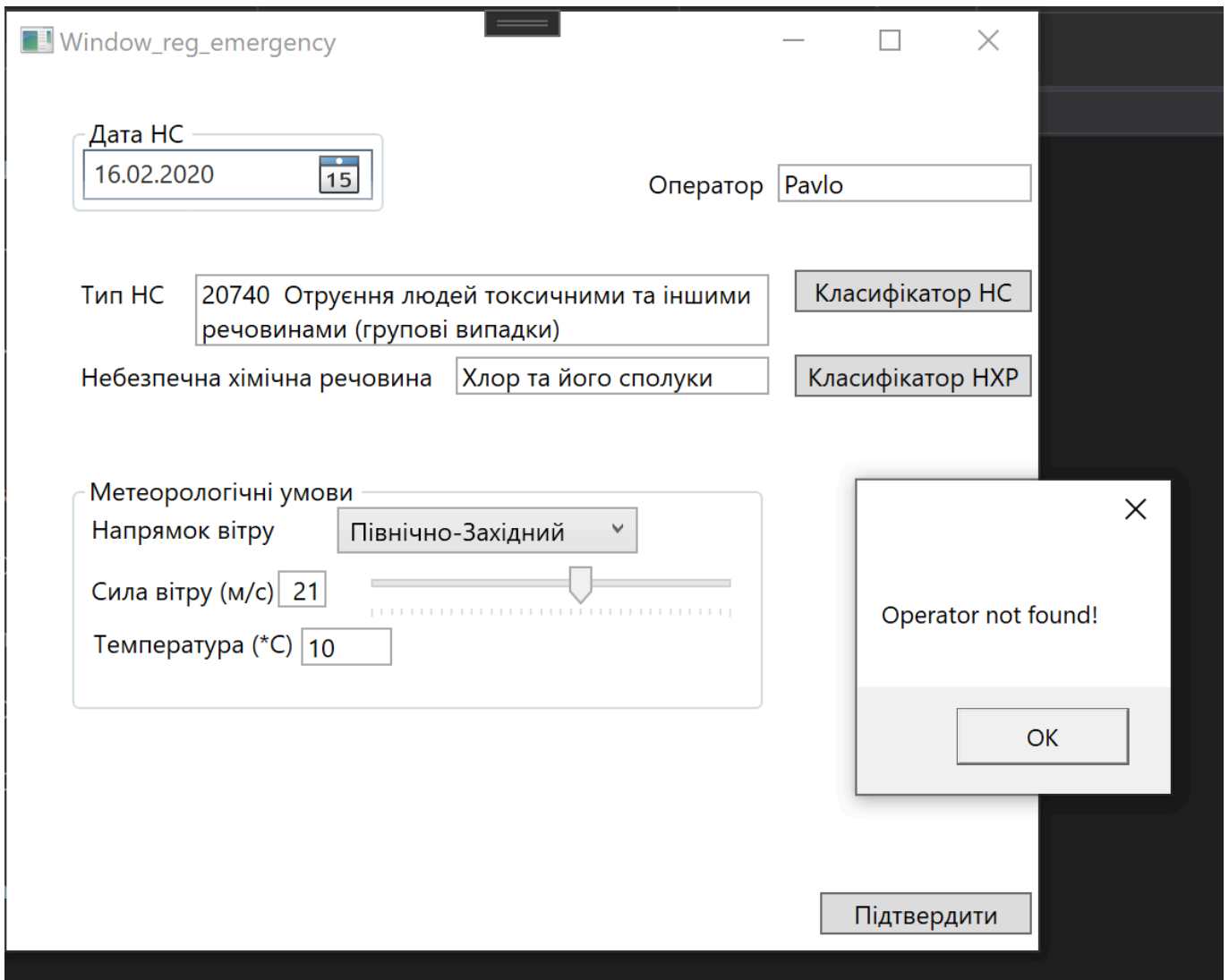


Рис 6.12 — Введення повідомлення про помилку.

Якщо користувач неправильно ввів ім'я, то він побачить відповідне повідомлення про помилку та має можливість ввести дані повторно.

Window\_reg\_emergency

Дата НС  
16.02.2020 15

Оператор Yegor

Тип НС 20740 Отруєння людей токсичними та іншими речовинами (групові випадки) Класифікатор НС

Небезпечна хімічна речовина Хлор та його сполуки Класифікатор НХР

Метеорологічні умови

Напрямок вітру Північно-Західний

Сила вітру (м/с) 21

Температура (\*C) 10

Підтвердити

Рис 6.13 — Заповнене вікно реєстрації нової НС.

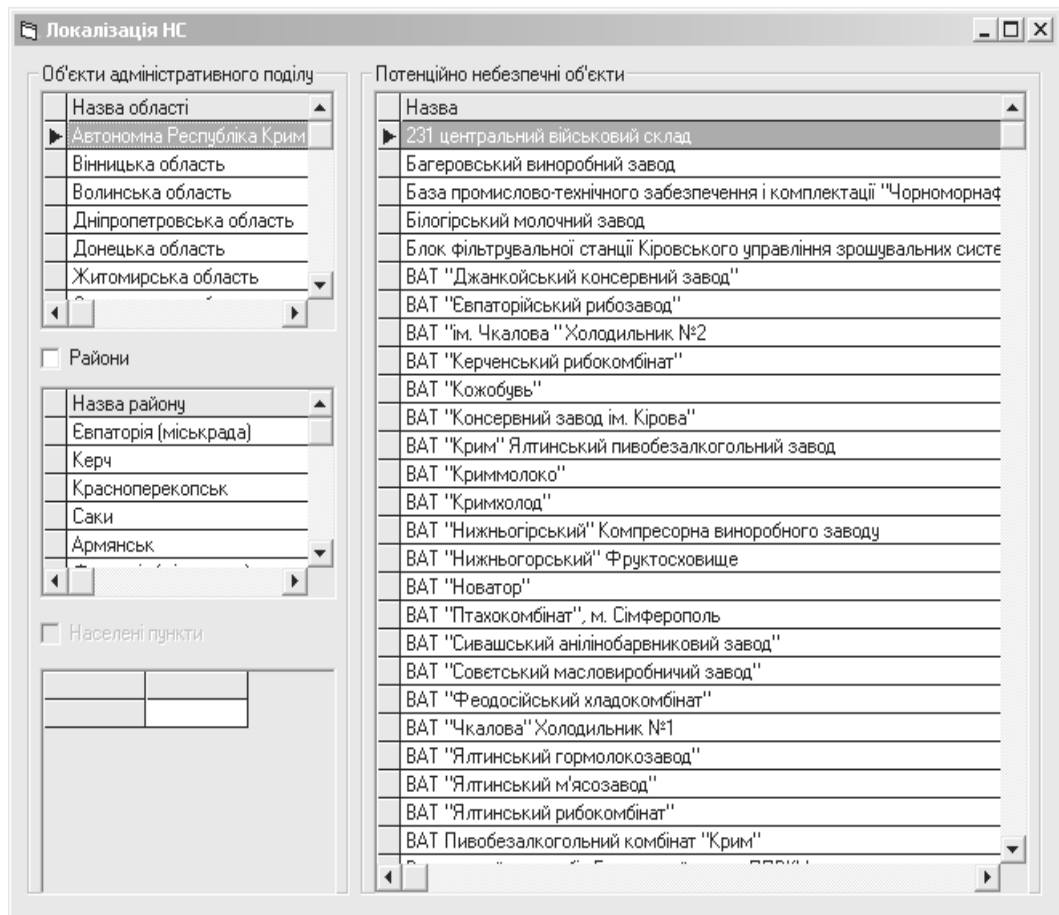


Рис 6.14 — Вибір об'єкту НС

Після вибору об'єкта на якому сталася надзвичайна ситуація користувач побачить локалізацію НС на карті та перейде до вікна де буде виведений сценарій моделювання НС.

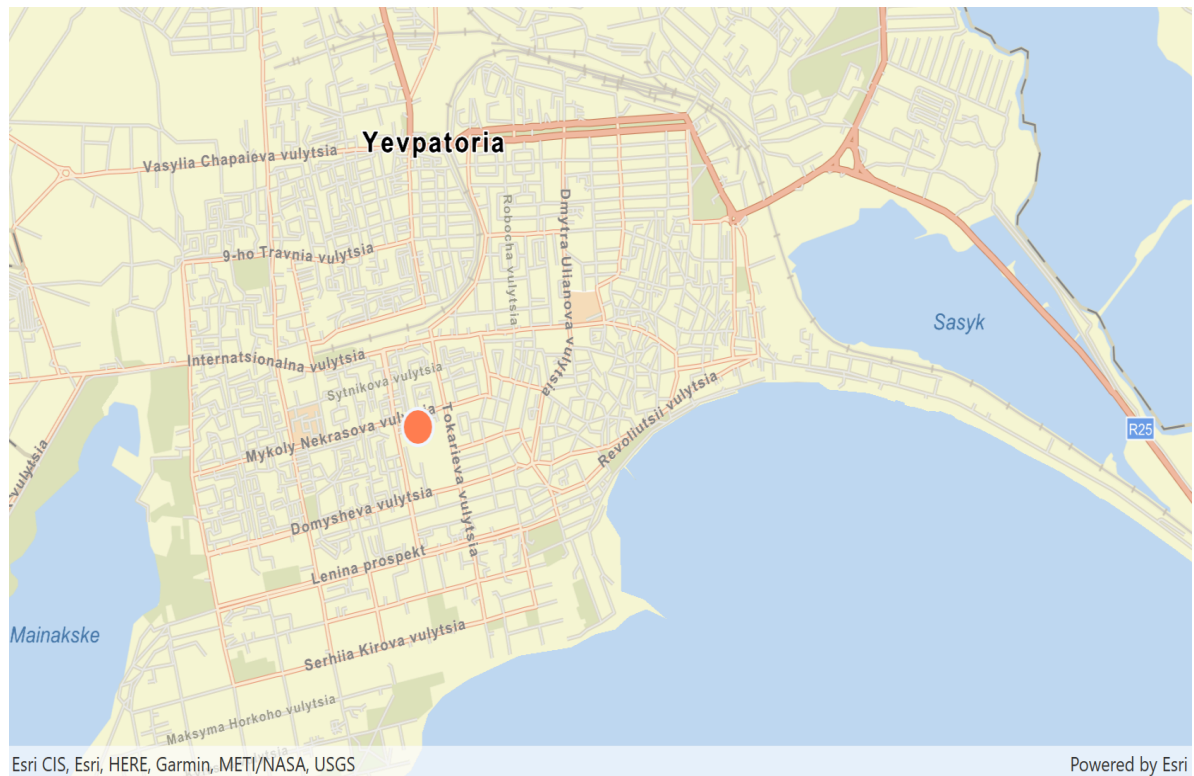


Рис 6.15 — Локалізація об'єкту на карті

Після відображення локалізації потенційно небезпечного об'єкта, на якому була зареєстрована надзвичайна ситуація користувач переходить до вікна виведення сформованого сценарію моделювання НС.

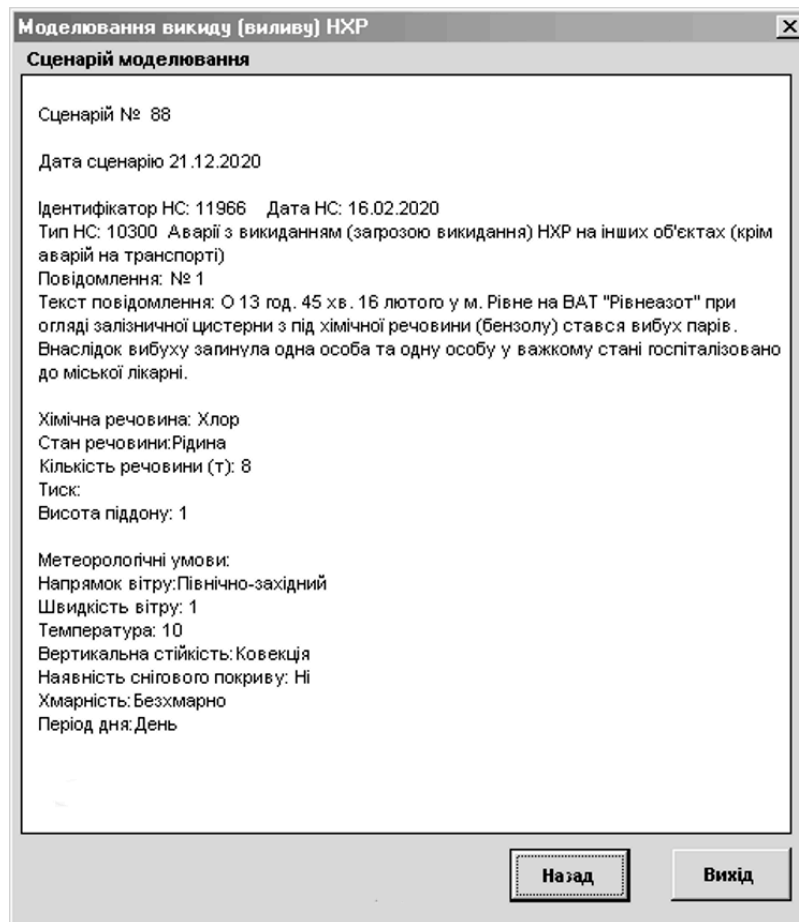


Рис 6.16 — Сценарій моделювання НС.

Користувач може ознайомитися зі звітом, який містить у собі сценарій моделювання наслідків витоку небезпечних хімічних речовин внаслідок надзвичайної ситуації на підприємстві.

## ВИСНОВОК

В ході виконання роботи розглянута проблема формування сценарію моделювання наслідків витоку небезпечної хімічної речовини.

1. Відповідно до поставленої задачі було розглянуто важливі принципи та підходи до проектування та реалізації подібних додатків.

2. Проведено аналіз стану справ в цій проблемі і виявлено конкурентні програмні комплекси у галузі моделювання наслідків надзвичайних ситуацій.

3. Створено модель даних для формування сценарію реєстрації надзвичайної ситуації.

4. Проаналізовано існуючі методи класифікації надзвичайних ситуацій.

5. Розроблено модель процесу реагування з використанням стандарту IDEF 0.

6. На основі створеної моделі IDEF 0 було реалізовано формування сценарію для моделювання надзвичайної ситуації та оцінки наслідків.

7. Проведено тестування програмного продукту.

Для створення ефективної програмної реалізації було досліджено ряд технологій та засобів розробки, обрано типовий стек технологій для розробки інформаційної системи. Серед обраних технологій, мов та засобів розробки можна виділити мову програмування C#, фреймворк для зручної роботи з базами даних Entity Framework Core, СУБД MS SQL Server Management Studio, середовище розробки Visual Studio 2019.

Під час реалізації програмної системи було отримано практичні навички з використання вказаних технологій, мов програмування та засобів розробки.

Результатом розробки системи є WPF .NET Core додаток, метою розробки якого була побудова функціоналу формування сценарію надзвичайної ситуації.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Создание приложений C# [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/learn/paths/build-dotnet-applications-csharp/>.
2. Троелсен Э. Язык программирования C# 7 и платформы .NET и .NET Core / Э. Троелсен, Ф. Джепикс., 2019. – 1328 с.
3. ArcGIS Runtime SDK for WPF .NET Core. – Режим доступа до ресурсу: <https://resources.arcgis.com/en/help/runtime-wpf/concepts/index.html> - [//017000000031000000](https://resources.arcgis.com/en/help/runtime-wpf/concepts/index.html).
4. Entity Framework Core – Режим доступа до ресурсу: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/ef/core/>.
5. Исследовательский программный комплекс моделирования аварий и оценки риска «РизЭкс» [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://rizikon.ua/pages/?id=130>
6. Биченок М.М Теоретичні основи створення і використання інформаційних технологій / Биченок Микола Миколайович, 2018
7. Business Process Model and Notation (BPMN) – Режим доступа до ресурсу: <https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/>
8. Using SOAP to access ArcGIS Server – Режим доступа до ресурсу: <https://resources.arcgis.com/en/help/soap/latest/-/Overview/01vp0000009n000000/>
9. Microsoft SQL Server Management Studio [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа до ресурсу: <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/ssms/sql-server-management-studio-ssms?view=sql-server-ver15>
10. LINQ (C#) – Режим доступа до ресурсу: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/programming-guide/concepts/linq/>
11. Mac Donald M. WPF: Windows Presentation Foundation в .NET 4.5 с примерами на C# 5.0 для профессионалов / Matthew MacDonald., 2013. – 1024 с.

12. Microsoft Visual Studio Documentation [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа до ресурсу: <https://docs.microsoft.com/en-us/visualstudio/get-started/visual-studio-ide?view=vs-2019>.
13. IntelliSense [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: [https://code.visualstudio.com/docs/editor/intellisense#\\_intellisense-for-your-programming-language](https://code.visualstudio.com/docs/editor/intellisense#_intellisense-for-your-programming-language).
14. Бен-Ган И. Microsoft SQL Server 2012 Основы T-SQL / Ицик Бен-Ган. – Москва: Эксмо, 2015. – 400 с.

# ДОДАТОК 1

Програмний додаток формування сценарію моделювання наслідків витоку  
небезпечної хімічної речовини

Специфікація

УКР.НТУУ«КПІ ім. Ігоря Сікорського»\_ТЕФ\_АПЕПС\_ТМ72

Аркушів 2

Київ – 2021

Позначення	Найменування	Примітки
Документація		
УКР.НТУУ«КПІ ім. Ігоря Сікорського»_ТЕФ_АПЕПС_ТМ72	Нагорний Є. П._ТМ72.docx	Пояснювальна записка
Компоненти		
УКР.НТУУ«КПІ ім. Ігоря Сікорського».ТМ72	Emergency_1.csproj	Основний компонент проекту
УКР.НТУУ«КПІ ім. Ігоря Сікорського».ТМ72	MainWindow.xaml.cs	Компонент головного вікна програми
УКР.НТУУ«КПІ ім. Ігоря Сікорського».ТМ72	MapViewModel.cs	Компонент для роботи з картою
УКР.НТУУ«КПІ ім. Ігоря Сікорського».ТМ72	WindowRegEmergency.xaml.cs	Компонент вікна реєстрації НС

## ДОДАТОК 2

Програмний додаток формування сценарію моделювання наслідків витоку  
небезпечної хімічної речовини

Текст програми

УКР.НТУУ«КПІ ім. Ігоря Сікорського»\_ТЕФ\_АПЕПС\_ТМ72

Аркушів 10

Київ – 2021

```

Project Sdk="Microsoft.NET.Sdk.WindowsDesktop">
  <PropertyGroup>
    <OutputType>WinExe</OutputType>
    <TargetFramework>netcoreapp3.1</TargetFramework>
    <UseWPF>>true</UseWPF>
  </PropertyGroup>

  <ItemGroup>
    <PackageReference Include="Esri.ArcGISRuntime.WPF">
      <Version>100.11.0</Version>
    </PackageReference>
    <PackageReference Include="Microsoft.EntityFrameworkCore.SqlServer"
Version="5.0.6" />
    <PackageReference Include="Microsoft.EntityFrameworkCore.Tools" Version="5.0.6">
      <PrivateAssets>all</PrivateAssets>
      <IncludeAssets>runtime; build; native; contentfiles; analyzers;
buildtransitive</IncludeAssets>
    </PackageReference>
    <PackageReference Include="Microsoft.Extensions.Configuration" Version="5.0.0"
/>
    <PackageReference Include="Microsoft.Extensions.Configuration.FileExtensions"
Version="5.0.0" />
    <PackageReference Include="Microsoft.Extensions.Configuration.Json"
Version="5.0.0" />
    <PackageReference Include="Microsoft.Extensions.DependencyInjection"
Version="5.0.1" />
    <PackageReference Include="System.Data.SqlClient" Version="4.8.2" />
  </ItemGroup>

  <ItemGroup>
    <None Update="appsettings.json">
      <CopyToOutputDirectory>PreserveNewest</CopyToOutputDirectory>
    </None>
  </ItemGroup>
</Project>
using System;

```

```
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows;
using System.Windows.Controls;
using System.Windows.Data;
using System.Windows.Documents;
using System.Windows.Input;
using System.Windows.Media;
using System.Windows.Media.Imaging;
using System.Windows.Navigation;
using System.Windows.Shapes;
using Microsoft.EntityFrameworkCore;
using Microsoft.Extensions.Configuration;

namespace Emergency_1
{
    /// <summary>
    /// Interaction logic for MainWindow.xaml
    /// </summary>
    public partial class EmergencyClasses : Window
    {
        public MapViewModel ViewModel { get; } = new MapViewModel();
        public EmergencyClasses()
        {
            InitializeComponent();
            Initialize();
        }
        private void Initialize()
        {
            ViewModel.Initialize(mapView);
            mapView.Map = ViewModel.Map;
        }
    }
}
```

```

private void Button_Click_NewEmerReg(object sender, RoutedEventArgs e)
{
    Window_reg_emergency window_Reg_Emergency = new Window_reg_emergency();
    window_Reg_Emergency.Show();
    Hide();
}
}
}

```

```

using Esri.ArcGISRuntime.Data;
using Esri.ArcGISRuntime.Mapping;
using Esri.ArcGISRuntime.Mapping.Popups;
using Esri.ArcGISRuntime.Security;
using Esri.ArcGISRuntime.Symbology;
using Esri.ArcGISRuntime.UI;
using Esri.ArcGISRuntime.UI.Controls;
using System;
using System.ComponentModel;
using System.Runtime.CompilerServices;

```

```

namespace Emergency_1
{
    public class MapViewModel : INotifyPropertyChanged
    {
        public GeoView MapView { get; private set; }
        public MapViewModel()
        {

        }

        private Map _map = new Map(Basemap.CreateStreetsVector());

        /// Gets or sets the map
        public Map Map
        {
            get => _map;

```

```

        set { _map = value; OnPropertyChanged(); }
    }

    public void Initialize(GeoView mapView)
    {
        MapView = mapView;

        // MapView.GeoViewTapped += MapView_GeoViewTapped;
        // SetBasemapTypes();
        // CreateRuntimeImages();
        CreateLayersAndOverlays(MapView);
        // CreateTreeViewBuildingAndSensors(sensor);

    }
    private FeatureLayer sensorLayer;
    private FeatureLayer sceneLayer;
    private string layer1Template;
    private GraphicsOverlay ovlMapLocation;
    // Runtime images
    private RuntimeImage imgClose;

    private string SceneUrl =
"https://services7.arcgis.com/aqJtsOt3P9ukUpgN/arcgis/rest/services/ModComp_gdb/Feat
ureServer/15";
    private string SensorUrl =
"https://services7.arcgis.com/aqJtsOt3P9ukUpgN/arcgis/rest/services/pdo/FeatureServe
r/0";

    private async void CreateLayersAndOverlays(GeoView mapView)
    {
        // Create operational "sensor" layers
        var creds = await
AuthenticationManager.Current.GenerateCredentialAsync(new Uri(SceneUrl),
"valshvaiko57@gmail.com", "May2021qZdF");
        var ft = new ServiceFeatureTable(new Uri(SceneUrl));
        ft.Credential = creds;
    }

```

```

await ft.LoadAsync();
sceneLayer = new FeatureLayer(ft);

Renderer buildingRenderer = new SimpleRenderer(new
SimpleFillSymbol());
sceneLayer.Renderer = buildingRenderer;

// Create operational "sensor" layers
var sensorFTable = new ServiceFeatureTable(new Uri(SensorUrl));
sensorFTable.Credential = creds;
await sensorFTable.LoadAsync();
sensorLayer = new FeatureLayer(sensorFTable);

// Create graphics overlays
Renderer _simpleRenderer = new SimpleRenderer(new
SimpleMarkerSymbol
{
    Color = System.Drawing.Color.Coral,
    Style = SimpleMarkerSymbolStyle.Circle,
    Size = 22,
    Outline = new SimpleLineSymbol
    {
        Color = System.Drawing.Color.AliceBlue,
        Width = 2
    }
});
ovlMapLocation = new GraphicsOverlay
{
    Renderer = new SimpleRenderer(new SimpleMarkerSymbol
    {
        Color = System.Drawing.Color.Coral,
        Style = SimpleMarkerSymbolStyle.Circle,
        Size = 22,
        Outline = new SimpleLineSymbol
        {
            Color = System.Drawing.Color.AliceBlue,

```

```

        Width = 2
    }
    }),
    PopupDefinition = new PopupDefinition { Title }
};
sensorLayer.Renderer = _simpleRenderer;
sensorLayer.PopupDefinition = ovlMapLocation.PopupDefinition;
sensorLayer.IsPopupEnabled = true;
// Add the all operational layers to the map
_map.OperationalLayers.Add(sensorLayer);
//_map.OperationalLayers.Add(sceneLayer);
_map.InitialViewpoint = new Viewpoint(30.0, 120.0, 500000);

// Add the all graphics overlays to the map view
_map.LoadAsync();
MapView.GraphicsOverlays.Add(ovlMapLocation);

}
/// <summary>
/// Raises the <see cref="MapViewModel.PropertyChanged" /> event
/// </summary>
/// <param name="propertyName">The name of the property that has
changed</param>
protected void OnPropertyChanged([CallerMemberName] string propertyName
= null) =>
    PropertyChanged?.Invoke(this, new
PropertyChangedEventArgs(propertyName));

public event PropertyChangedEventHandler PropertyChanged;
}
}

```

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Text;
using System.Windows;
using System.Windows.Controls;
using System.Windows.Data;
using System.Windows.Documents;
using System.Windows.Input;
using System.Windows.Media;
using System.Windows.Media.Imaging;
using System.Windows.Shapes;
using System.Data;
using System.Data.SqlClient;

namespace Emergency_1
{
    /// <summary>
    /// Логика взаимодействия для Window_reg_emergency.xaml
    /// </summary>
    public partial class Window_reg_emergency : Window
    {
        public Window_reg_emergency()
        {
            InitializeComponent();
            new DbConnection();
        }

        private void DataGrid_SelectionChanged(object sender,
SelectionChangedEventArgs e)
        {

        }

        private void ConfirmButton_Click(object sender, RoutedEventArgs e)
```

```

{
    new DbConnection();
    bool isChecked = false;

    var reader = new System.Data.SqlClient.SqlCommand(@"select login from
Users where login = '{operTBChange.Text.Trim().ToLower()}'",
DbConnection.Instance).ExecuteReader();

    while (reader.Read())
    {
        isChecked = true;
        var operName = ((string)((IDataRecord)reader)[0]).ToLower();
        if (operName == operTBChange.Text.Trim().ToLower())
        {
            new EmergencyReport(this).Show();
            this.Hide();
        }
        else
        {
            MessageBox.Show("Wrong operator name!");
        }
    }

    if (!isChecked)
    {
        MessageBox.Show("Operator not found!");
    }

    //new SqlCommand(@"Select * from Users",
DbConnection.Instance).ExecuteReader();

    string login = operTBChange.Text.Trim();
    //new EmergencyReport().Show();
    //this.Close();
}
private void ButtonClass_Click(object sender, RoutedEventArgs e)

```

```
{
    var cc = new CategoryCatalog();
    cc.Owner = this;
    cc.Show();
}

private void ComboBox_SelectionChanged(object sender,
SelectionChangedEventArgs e)
{
    //var text = ComboBox1.SelectedItem != null ?
ComboBox1.SelectedItem.ToString() : string.Empty;
    //MessageBox.Show(text);
}

private void ButtonPoll_Click(object sender, RoutedEventArgs e)
{
    var pl = new pollagentList();
    pl.Owner = this;
    pl.Show();
}

private void Slider_ValueChanged(object sender,
RoutedPropertyChangedEventArgs<double> e)
{
    ((Slider)sender).SelectionEnd = e.NewValue;
}

private void slValue_ValueChanged(object sender,
RoutedPropertyChangedEventArgs<double> e)
{
}
}
}
```



## ДОДАТОК 3

Програмний додаток формування сценарію моделювання наслідків витоку  
небезпечної хімічної речовини

Опис програми

УКР.НТУУ«КПІ ім. Ігоря Сікорського»\_ТЕФ\_АПЕПС\_ТМ72

Аркушів 8

Київ – 2021

## АНОТАЦІЯ

Даний додаток надає можливість формування сценарію моделювання надзвичайних ситуацій для подальшої оцінки наслідків можливого витоку небезпечних хімічних речовин.

Розроблений програмний продукт має інструменти для перегляду інформації на карті, вводу даних через форми та перегляду даних таблиць у каталогах. Також цей додаток, як складова моделюючого комплексу, або як його основа, має можливість розширення іншими сервісами для формування сценарію моделювання надзвичайних ситуацій.

Програмний продукт взаємодіє із СКБД Microsoft SQL Server для зв'язку із БД. Для проектування бази даних використано середу взаємодії із СКБД із графічною оболонкою – Microsoft SQL Server Management Studio (SSMS). Доступ до даних реалізовано використовуючи Entity Framework Core. Додаток розроблено із інфраструктурою .NET Core на мові програмування C#. Інтерфейс розроблено використовуючи засоби WPF. Розробка програмного продукту велася в інтегрованій середі розробки – Visual Studio 2019.

## ЗМІСТ

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ.....	4
2. ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ПРИЗНАЧЕННЯ.....	5
3. ОПИС ЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ.....	6
4. ВИКОРИСТОВУВАНІ ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ.....	7
5. ВХІДНІ І ВИХІДНІ ДАНІ.....	8

## ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

У цьому додатку описано програмний додаток формування сценарію моделювання наслідків витоку небезпечної хімічної речовини.

Модулі системи описані в ДОДАТКУ 2.

Додаток працює в операційних системах, таких як Windows7, Windows8, Windows10.

Компоненти необхідні для установки: Python, Spyder, Anaconda, MySQL.

Програмний продукт написаний мовою програмування C# на основі фреймворку .NET Core, інтерфейс реалізовано із використанням засобів WPF.

## **ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ПРИЗНАЧЕННЯ**

Розроблений програмний надає користувачу наступний функціонал:

- Реєстрація у системі
- Перегляд відображених на карті потенційно небезпечних об'єктів
- Реєстрація нової надзвичайної ситуації
- Перегляд зареєстрованих надзвичайних ситуацій
- Перегляд звіту надзвичайної ситуації

## ОПИС ЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ

Програмний додаток являє собою систему із зручним інтерфейсом, який дозволяє просто виконувати реєстрацію нової надзвичайної ситуації, швидко отримувати звіт та відобразити локалізацію потенційно небезпечного об'єкта на карті.

## **ВИКОРИСТОВУВАНІ ТЕХІЧНІ ЗАСОБИ**

Користувачу не потрібні додаткові технічні засоби для роботи з програмним додатком окрім комп'ютеру із встановленою системою Windows 8 або більш нової версії.

## **ВХІДНІ І ВИХІДНІ ДАНІ**

Вхідною інформацією є наступні дані:

- Вхідне повідомлення про надзвичайну ситуацію ( місце, дата тип НС );
- Додаткові відомості щодо надзвичайної ситуації;

Вихідною інформацією є наступні дані:

- Локалізація потенційно небезпечного об'єкта на карті
- Сформований звіт надзвичайної ситуації;