

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет ракетно-космічної техніки

Кафедра геоінформаційних технологій та космічного моніторингу Землі

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту (роботи)
(тип кваліфікаційної роботи)

_____магістр

(освітній ступінь)

на тему «Оцінка ймовірних негативних наслідків використання противником
тактичного ядерного удару»

ХАІ.407.465м.24О.103.1704068ПЗ

Виконала: студентка 2 курсу групи №465-м

Спеціальність 103 Науки про Землю

(код та найменування)

Освітня програма Космічний моніторинг Землі

(найменування)

_____Коробка А.О.

(прізвище та ініціали студентки)

Керівник: _____Бутенко О. С.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____Іващук Б.М.

(прізвище та ініціали)

Харків – 2024

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет ракетно-космічної техніки

Кафедра геоінформаційних технологій та космічного моніторингу Землі

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Напрямок підготовки 103 Науки про Землю
((код та найменування))

Освітня програма Космічний моніторинг Землі
(найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Станіслав ГОРЕЛИК

(підпис)

(ініціали та прізвище)

«23» жовтня 2023 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Тема випускної роботи «Оцінка ймовірних негативних наслідків використання противником тактичного ядерного удару»

керівник кваліфікаційної роботи Бутенко Ольга Станіславівна д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Університету № 2001-уч від « 15 » листопада 2023 року

2. Термін подання студентом кваліфікаційної роботи 11.01.2024

3. Вихідні дані до випускної роботи

Космічні знімки з супутника Sentinel-2B

2) Геоінформаційне програмне забезпечення (пакет ArcGIS 10.5)

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

Розробка методики оцінювання ймовірних негативних наслідків.

Характеристика об'єкту виконаних робіт. Аналіз знімків зі супутника sentinel-2.

Попередження негативних наслідків використання противником тактичного ядерного удару за рахунок визначення найнебезпечніших зон на підставі моделювання. Аналіз зон ураження
Оцінка наслідків застосування тактичної ядерної зброї

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Структурна схема дипломної роботи. Знімки з супутника sentinel-2. Карто-схема

Куп'янського району. Картографічна модель ймовірних ядерних ударів.

Картографічні моделі вубихів різної потужності.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основна частина	Бутенко О. С.	23.10.2023	11.01.2024
	<i>д.т.н., професор</i>		

Нормоконтроль

Красовська І.Г.

«18.» січня 2024 р.

7. Дата видачі завдання 23.10.2023.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Аналіз існуючих даних у історії ядерної епохи	23.10.2023-06.11.2023	
2	Оцінка наслідків застосування тактичної ядерної зброї	07.11.2023-13.11.2023	
3	Характеристика об'єкту виконаних робіт	14.11.2023-20.11.2023	
4	Моделювання ймовірного ядерного удару	21.12.2023-27.12.2023	
5	Аналіз зон ураження	28.12.2023-30.12.2023	
6	Написання пояснювальної записки	01.01.2024-11.01.2024	

Студентка _____

(підпис)

Анастасія КОРОБКА

(ініціали та прізвище)

Керівник дипломної
(кваліфікаційної) роботи _____

(підпис)

Ольга БУТЕНКО

(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 105 сторінок, 18 таблиці, 42 рисунків, 2 додатки 49 джерел, 21 слайдів презентації.

Об'єкт дослідження: аналіз можливих наслідків тактичного ядерного удару

Предмет дослідження: методи оцінювання ймовірних негативних наслідків використання противником тактичного ядерного удару

Ціль роботи: розробка методики побудови картографічних моделей з ціллю спостережень за станом об'єктів дорожньо-транспортної інфраструктури.

Методи дослідження: попередження негативних наслідків використання противником тактичного ядерного удару за рахунок визначення найнебезпечніших зон на підставі моделювання

У результаті роботи було отримано картографічні моделі, що демонструють зони ураження від ймовірного влучання ядерної зброї різної потужності, а також даних з симулятора NukeMap.

Ключові слова: ЯДЕРНА ЗБРОЯ, МОДЕЛЮВАННЯ, КАРТОГРАФІЧНІ МОДЕЛІ, КІЛОТОНИ, ЗОНИ УРАЖЕННЯ, ЙМОВІРНИЙ УДАР.

ABSTRACT

Explanatory note: 105 pages, 18 tables, 42 figures, 2 appendices, 49 files, 21 presentation slides.

The object of the study: analysis of the possible consequences of a tactical nuclear strike

The subject of the study: methods of assessing the likely negative consequences of the enemy's use of a tactical nuclear strike

The purpose of the work: development of a methodology for building cartographic models for the purpose of observing the condition of road and transport infrastructure objects.

Research methods: prevention of negative consequences of the enemy's use of a tactical nuclear strike by determining the most dangerous zones on the basis of modeling

As a result of the work, cartographic models were obtained showing the zones of damage from the probable impact of nuclear weapons of various powers, as well as data from the NukeMap simulator.

Keywords: NUCLEAR WEAPONS, SIMULATION, MAPPING MODELS, KILOTONS, IMPACT ZONES, PROBABLE IMPACT.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД НЕГАТИВНИХ НАСЛІДКІВ ВИКОРИСТАННЯ ТАКТИЧНОЇ ЯДЕРНОЇ ЗБРОЇ . ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ	8
1.1 Поняття ядерної зброї.....	8
1.2 Історія створення ядерної зброї.....	10
1.3 Історія ядерних вибухів.....	13
1.3.1. Перший ядерний вибух в історії.....	13
1.3.2 Найтрагічніші ядерні вибухи.....	16
1.3.3. Перше випробування водневої (термоядерної) бомби.....	23
1.3.4. Найпотужніший ядерний вибух.....	28
1.3.5. Останній ядерний вибух – випробування.....	30
1.4 Аналіз ядерних випробувань за уся історію людства.....	30
1.5 Класифікація ядерних боєприпасів	33
1.6 Держави ядерного клубу.....	36
1.7 Радіаційний фон України.....	41
РОЗДІЛ 2 ОЦІНКА НАСЛІДКІВ ЗАСТОСУВАННЯ ТАКТИЧНОЇ ЯДЕРНОЇ ЗБРОЇ НА НАСЕЛЕННЯ ТА ІНФРАСТРУКТУРУ В РАЙОНАХ ЯДЕРНОГО ВИБУХУ.....	44
2.1 Види та характеристики уражаючих факторів, які формуються при застосуванні тактичного ядерного боєприпасу.....	44
2.2 Світлове випромінювання.....	47
2.3 Радіоактивне забруднення місцевості.....	49
РОЗДІЛ 3 ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ЙМОВІРНОГО ЯДЕРНОГО УДАРУ.....	60
3.1 Практична реалізація роботи, вибір об’єкта дослідження моделювання.....	60
3.2 Аналіз місцевості для наведення ймовірного удару.....	63
3.3 Моделювання ймовірного ядерного удару.....	67
3.4 Результати моделювання можливих зон ураження.....	75
ВИСНОВКИ.....	78
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	79
ДОДАТОК А Плакат на тему «Оцінка ймовірних негативних наслідків використання противником тактичного ядерного удару».....	84
ДОДАТОК Б Презентація на тему «Оцінка ймовірних негативних наслідків використання противником тактичного ядерного удару».....	85

ВСТУП

У сучасних умовах збройної агресії РФ проти територіальної цілісності та незалежності України є актуальною оцінка ризиків і загроз, які можуть бути створені внаслідок застосування супротивником різних видів конвенційної зброї та зброї, що кваліфікується як зброя масового ураження. Вказана зброя включає три основні компоненти, а саме: ядерну зброю, хімічну зброю та біологічну зброю. Питання, яке порушує данна дипломна робота – це саме наслідки можливого застосування ядерної зброї. Відомо, що станом на лютий 2022 р. офіційно володіють ядерною зброєю п'ять країн та ще три задекларували її наявність, підтвердивши цей факт відповідними ядерними випробуваннями. Однією з таких країн, що має на озброєнні ядерну зброю, є РФ, яка з 24 лютого 2022 р. перейшла до активної фази застосування своїх збройних сил на території України [1].

Питання оцінки наслідків можливого застосування ядерної зброї широко висвітлюються в громадському суспільстві, військовому та науковому середовищах і охоплює питання оцінки наслідків ядерних вибухів зарядів, що за кваліфікацією відносяться до оперативнотактичних чи стратегічних ядерних боєприпасів. При цьому, оцінюється, як правило, вплив ядерного вибуху на об'єкти та структури у військовій та військовопромисловій сферах з деяким акцентом на руйнування цивільних та житлових об'єктів, що можуть виникнути при застосуванні ядерної зброї поруч чи безпосередньо по населених пунктах з великою щільністю населення. При цьому, необхідно врахувати, що певні оцінки мають конфіденційний характер та, як правило, опубліковані в закритих джерелах без доступу до них основної спільноти зацікавлених фахівців.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД НЕГАТИВНИХ НАСЛІДКІВ ВИКОРИСТАННЯ ТАКТИЧНОЇ ЯДЕРНОЇ ЗБРОЇ . ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ

1.1 Поняття ядерної зброї

Ядерна зброя (ЯО) - вид зброї масового ураження вибухової дії, заснований на використанні внутрішньоядерної енергії. Вона виділяється всередині снаряда при ядерній реакції розподілу та синтезу. В результаті цього процесу відбувається потужний вибух, що змітає і знищує все на своєму шляху. Один із найпотужніших і руйнівних різновидів зброї. Крім найсильнішої ударної хвилі, вибух ядерної зброї супроводжується небезпечними світловим та електромагнітним випромінюванням, а також радіацією. Все це надзвичайно небезпечно для здоров'я та життя людини. Чим потужніший ядерний заряд, тим більша площа і, відповідно, більша кількість людей вражають вибух та його наслідки[3].

Ядерна зброя включає в себе:

- саме джерело поразки - ядерні боєприпаси (заряди, бомби);
- засоби їх доставки до мети (ракети, авіація, артилерія, а також військові кораблі та підводні човни);
- засоби управління.

Види ядерних зарядів залежать від типу ядерної реакції.

Ядерні заряди діляться:

- безпосередньо ядерні (атомні бомби) — основу лежить принцип розподілу ядер важких металів (урану-235 чи плутонію-239) (рис 1.1);
- термоядерні (термоядерні бомби, водневі бомби) — сучасніша зброя, в якій принцип дії «атомної бомби» посилюється термоядерним синтезом. Спочатку в цьому різновиді ЯО використовували в основному ізотопи водню,

звідси і одна з розхожих назв — «воднева бомба». Приставка "термо" у слові вказує на високу температуру реакції.(рис 1.2).

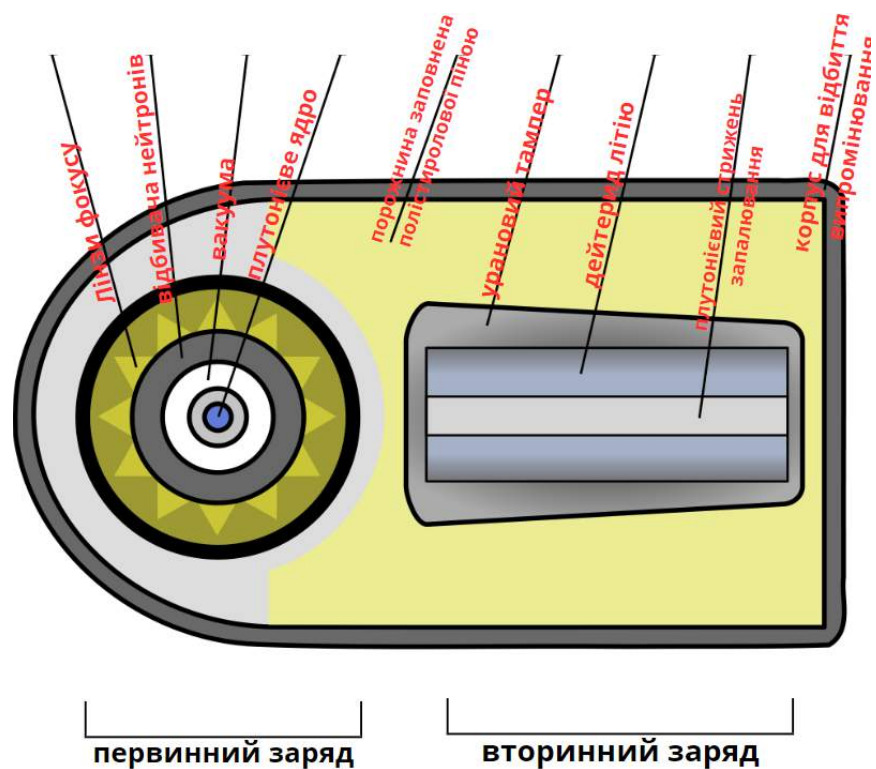


Рисунок 1.1 - будова ядерного боєприпасу

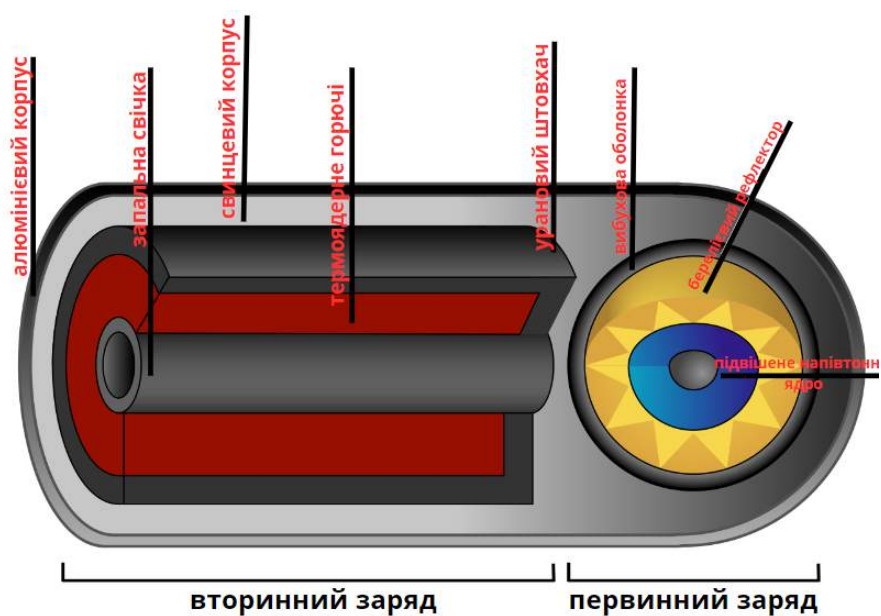


Рисунок 1.2 - будова термоядерного боєприпасу

1.2 Історія створення ядерної зброї

Батьками ядерної зброї називають відразу двох осіб: американця Роберта Оппенгеймера і радянського вченого Ігоря Курчатова. Однак роботи над створенням атомної бомби паралельно велися в чотирьох країнах [5].

Альберт Ейнштейн в 1905 році відкрив спеціальну теорію відносності, згідно з якою співвідношення між енергією і масою виражено наступним рівнянням – $E = mc^2$. В результаті експериментів в 1938 році німецькі хіміки Фрітц Страсманн і Отто Хан змогли розбити атом урану за допомогою бомбардування його нейтронами на приблизно однакові 2 частини. А британський вчений Отто Роберт Фріш пояснив, що при розподілі ядра атома виділяється велика кількість енергії. У 1939 році Жоліо-Кюрі, французький фізик, прийшов до висновку, що ланцюгова реакція може призвести до вибуху величезної руйнівної сили, а уран стане джерелом енергії. Цей висновок хіміка став поштовхом до розробки ядерної зброї. На той момент Європа була на межі Другої світової війни і країни розуміли важливість володіння такого роду зброєю. Однак створення такої зброї було затяжним, адже не було потрібної кількості уранової руди для досліджень.

Розробкою ядерної бомби займалися вчені Англії, Німеччини, США, Японії. У вересні 1940 року Америка закупила необхідну кількість руди у Бельгії по підставним документам, і активно зайнялися створенням зброї. Перед Другою світовою війною Альберт Ейнштейн нібито написав лист Франкліну Рузвельту (президенту США), в якому йдеться про спроби Німеччини очистити Уран-235 і створити атомну бомбу. Правда це чи ні невідомо, але США стали рішуче працювати над питанням виготовлення ядерної зброї в найкоротші терміни. Проекту дали назву «проект Манхеттен» і поставили на чолі Леслі Гровса. У період 1939 – 1945 років на розробки було витрачено більше 2 більйонів доларів. У штаті Теннесі побудували завод з очищення урану, на якому газова центрифуга відділяла легкий уран від більш важкого. У 1942 році в Лос-Аламосі створили американський ядерний центр, очолюваний Робертом Оппенгеймером. Над

створенням бомби працював великий колектив, включаючи 12 лауреатів Нобелівської премії. В Англії тим часом також існував атомний проект «Alloys». Коли Німеччина почала масово бомбардувати англійські міста, влада передала свої розробки США, дозволивши їм зайняти провідне становище в створенні ядерної зброї.

До початку літа 1945 американці зібрали 2 атомні бомби – «Малюк» і «Товстун». Вибух першої атомної бомби стався 16 липня 1945 року в 5:29:45 за місцевим часом. Над плато в горах Джемеца (на півночі від Нью-Мехіко) небо освітив яскравий спалах. Хмара радіоактивного пилу у вигляді гриба піднялося вгору на 30 000 футів. На місці вибуху залишилися фрагменти радіоактивного зеленого скла. Так почалася атомна ера. Президент Трумен поставив собі за мету розгромити союзника гітлерівської Німеччини – Японію. «Пентагон» вибрав в якості цілей, де США продемонструє всю міць нової зброї японські міста, Нагасакі та Хіросіма[6].

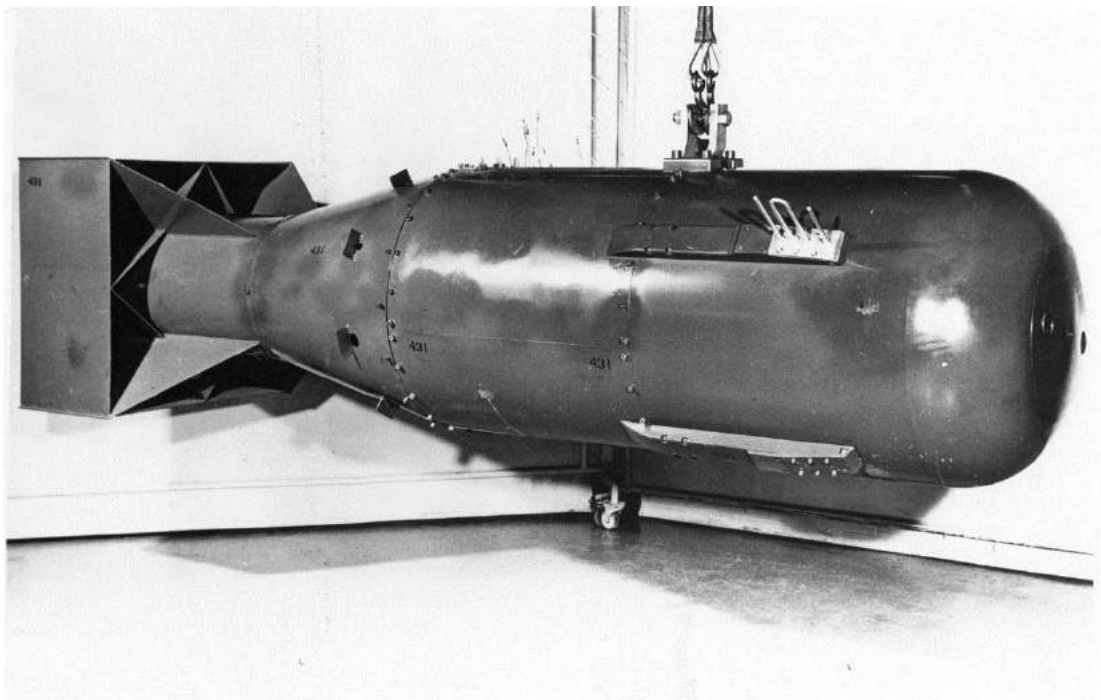


Рисунок 1.3 - Макет бомби «Малюк», скинутої на Хіросіму

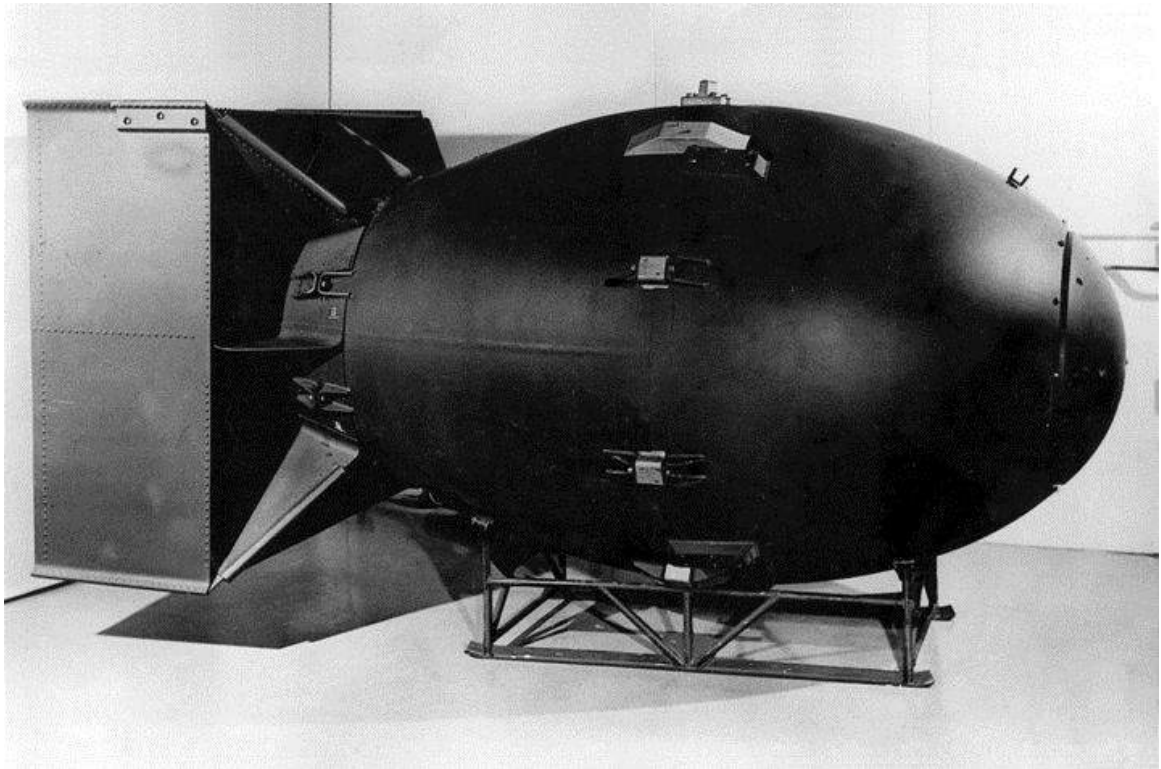


Рисунок 1.4 - Макет ядерного пристрою «Товстун»

Вранці 6 серпня 1945 року американські літаки скинули над Хіросімою бомбу «Малюк». Друга була скинута 9 серпня над містом Нагасакі. Масштаби руйнувань лякають: від теплового випромінювання і ударної хвилі миттєво загинуло 300 000 чоловік, опіки, поранення і опромінення отримали ще 200 000. Площа в 12 км² стала справжньою мертвою зоною, навіть будови були всі зруйновані.

Дана подія поклала початок протистояння двох політичних систем і гонці ядерних озброєнь між США і Радянським Союзом. 14 грудня 1945 року побачила директива Об'єднаного комітету військового планування, яка поставила завдання – бомбардування ядерною зброєю 20 радянських міст. Складений план ядерної війни з СРСР отримав назву «Чаріотір». За перший місяць планувалося скинути 133 ядерні бомби на 70 радянських міст. У команді американських вчених працював німецький комуніст Клаус Фукс, який передавав СРСР відомості з теоретичних і практичних питань створення водневих і атомних бомб.[5]

1.3 Історія ядерних вибухів

1.3.1 Перший ядерний вибух в історії — операція «Трініті»

16 липня 1945 року в американському штаті Нью-Мексико відбувся перший у світі ядерний вибух. Випробовувалася плутонієва бомба - цей експеримент під назвою "Трійця" (Trinity) вважається початком ядерної епохи.

Вибух був надземний. Бомбу підняли на вишку і там підірвали. Це справді було експериментом - вчені прогнозували силу вибуху від нуля (якщо не вдасться запустити реакцію) до знищення всього штату [12].

Ці випробування мали на меті підтвердити радикальну нову конструкцію зброї імплзії, яка була розроблена в Лос-Аламосі протягом попереднього року. Ця конструкція, втілена в тестовому пристрої під назвою Gadget, включала нову технологію, яку неможливо було адекватно оцінити без повномасштабного випробування. Уранова бомба пістолетного типу, навпаки, безперечно була ефективною і не заслуговувала випробувань. Крім того, оскільки на Землі ніколи не було ядерного вибуху, здавалося доцільним провести принаймні один з ретельним моніторингом, щоб перевірити, чи справджуються всі теоретичні прогнози [16].

Щоб запустити ланцюгову реакцію, плутоній треба стиснути. Для цього науковці розробили спеціальний метод - так звану "повільну" вибухівку, яка розташовується довкола плутонієвого елемента в центрі бомби і спричинює необхідний тиск.

Все вийшло. Сила вибуху склала біля 20 кілотон. Те ж саме, що 20 тисяч тон тротилу. Його було чути на відстані 300 км. (рис 1.5).

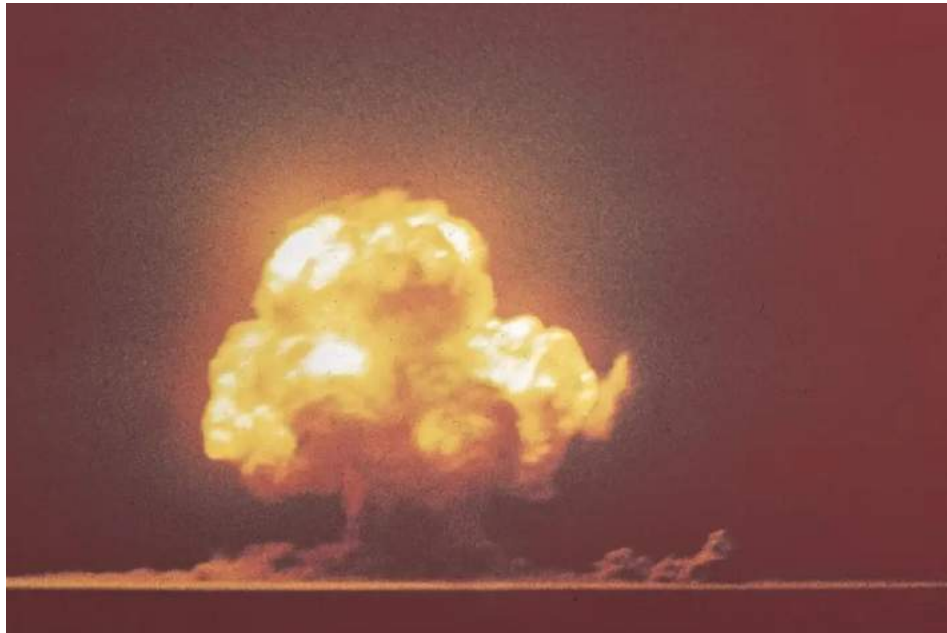


Рисунок 1.5 - Кольорове фото грибоподібної хмари, утвореної після Триніті

Щоб допомогти у підготовці інструментів для пострілу з Триніті, 7 травня 1945 року було здійснено «100-тонне випробування». Це випробування призвело до детонації 108 тонн тротилу, складеного на дерев'яній платформі за 800 ярдів від нульової точки Триніті. Купа вибухівки була протягнута трубками, що містили 1000 кюрі продуктів ділення реактора. Це найбільший приладовий вибух, проведений на сьогоднішній день. Випробування дозволило відкалібрувати інструменти для вимірювання вибухової хвилі та дало певні вказівки на те, як продукти поділу можуть розподілятися під час вибуху.

Опромінена грибоподібна хмара після вибуху піднялася унебо на 15-20 км і можна було тільки здогадуватись, куди усе це врешті-решт рушить. На той час не було достатньо ресурсів для дослідження рівня радіації та зони на яку поширилися радіоактивні опади. За її дрейфом спостерігали фізики та лікарі Мангеттенського проєкту, але вони недооцінили її поширення [9].

Результати досліджень, змогли отримати майже через 80 років після випробування, провели дослідження зі сканування та повторного аналізу зі старих тестових відео атмосфери які збереглися на старих плівках фот детонації з плівок (рис 1.6). Для того щоб отримати кращі данні про безпеку ядерного

вибуху на майбутнє. Не дивлячись на стан та місце зберігання плівки виявилися у дуже гарному стані. Отримані данні свідчать про те, що радіоактивні опади досягли 46 штатів, Канади та Мексики протягом 10 днів після детонації. Найбільше постраждав Нью-Мексико, де, за словами дослідників, «осадження радіонуклідів досягло рівня Невади».

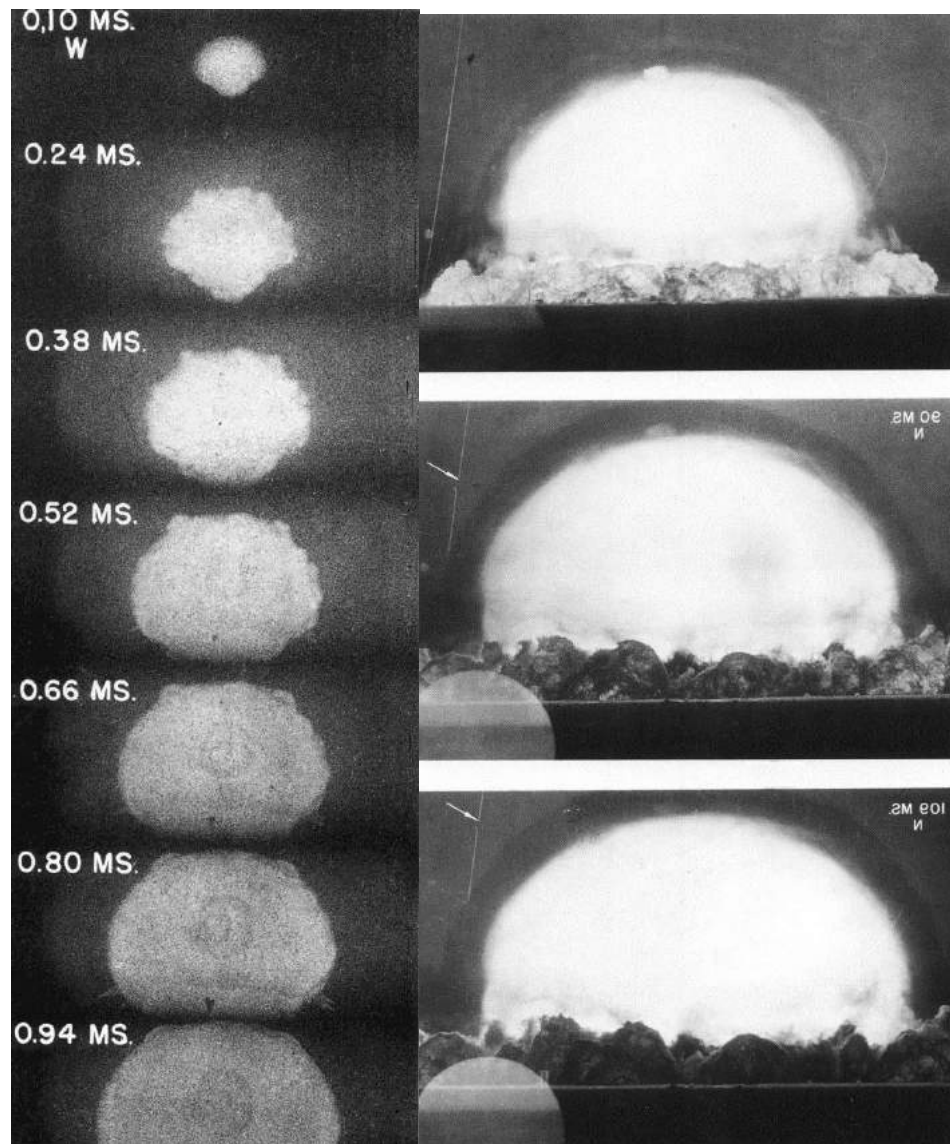


Рисунок 1.6 - Збереженні данні вибуху Триніті

Дані перепису 1940 року показують, що в радіусі 240 км від місця випробувань проживало близько 500 000 людей, а деякі сім'ї жили на відстані 19 км – однак нікого з цивільного населення про випробування не попереджали й не здійснювали евакуацію людей ні до, ні після тесту.

Карта, на якій зображено загальне осадження радіоактивного матеріалу на суміжній території США в результаті випробувань Триніті в Нью-Мексико та 93 атмосферних випробувань у Неваді. Ілюстрація: NYT (рис 1.7)

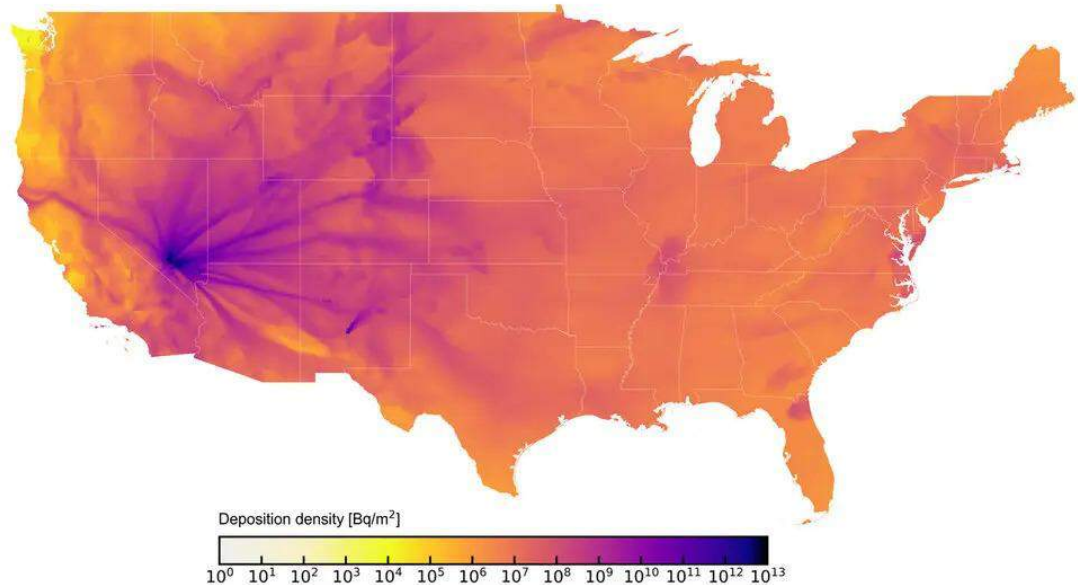


Рисунок 1.7 - Карта осадків випробування «Триніті»

1.3.2. Найтрагічніші ядерені вибухи — атомне бомбардування Хіросіми та Нагасакі

6 серпня 1945 року о 8:15 ранку американський бомбардувальник скинув атомну бомбу "Малюк", яка містить 13-18 кілотонн тротилу, на японське місто Хіросіма (рис 1.8). Це був перший випадок в історії людства, коли атомна зброя застосовувалась поза межами полігонів[15].

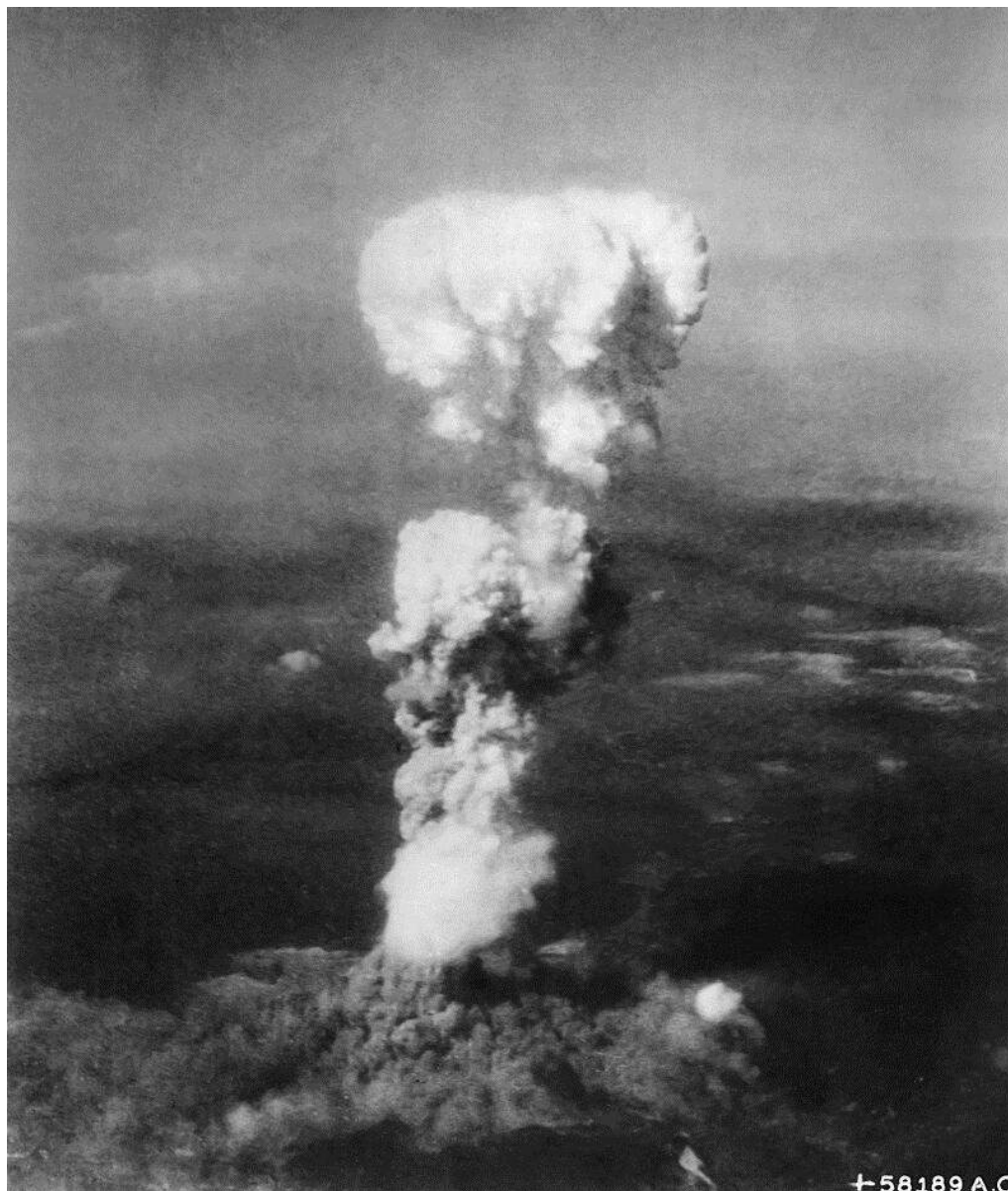


Рисунок 1.8 - Грибоподібна хмара над Хіросімою після скинення бомби

9 серпня об 11:02 хвилини бомбардувальник скинув атомну бомбу «Товстун», 21кілотон тротилу на місто Нагасакі, яке випадково опинилося у списку цілей (рис 1.9). Загальна кількість загиблих склала від 90 до 166 тисяч осіб у Хіросімі та від 60 до 80 тисяч осіб у Нагасакі.

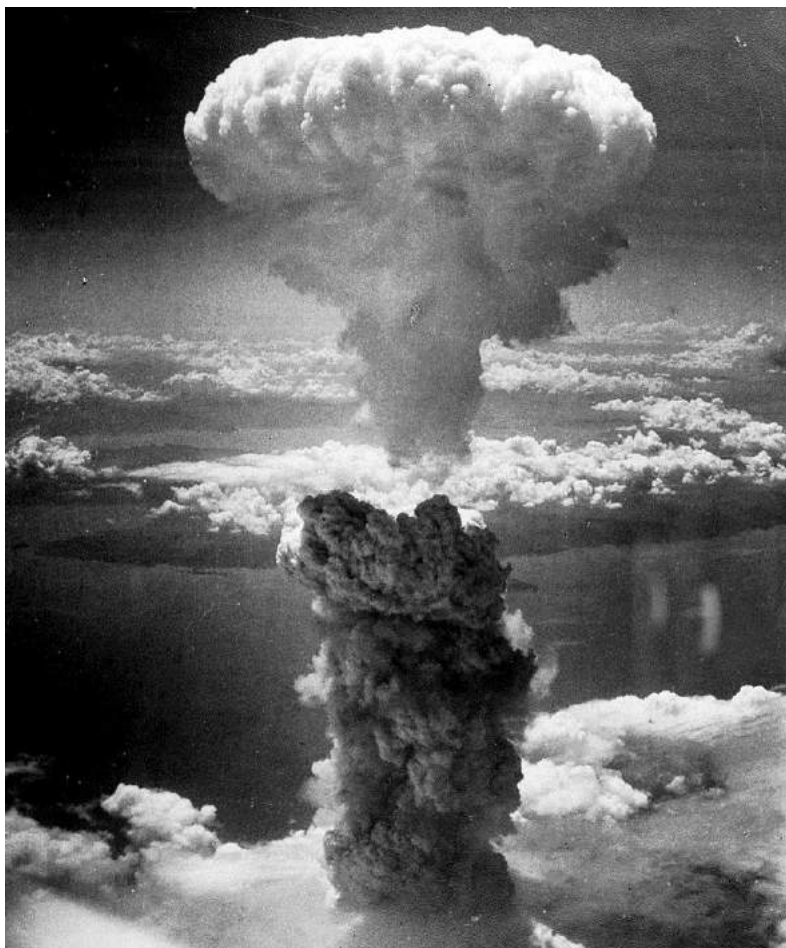


Рисунок 1.9 - Грибоподібна хмара над Нагасакі після скинення бомби

Всі види ураження під час ядерного бомбардування 6 та 9 серпня 1945 року Хіросіми та Нагасакі відповідно призвели до загибелі близько 160 тис. чоловік. Якщо порівняти людські втрати від однієї ядерної бомби «Малюк» і «Товстун» з утратами під час серйозних бомбардувань та катувань на території Японії попередніх років, отримаємо таку картину (рис. 1.10).

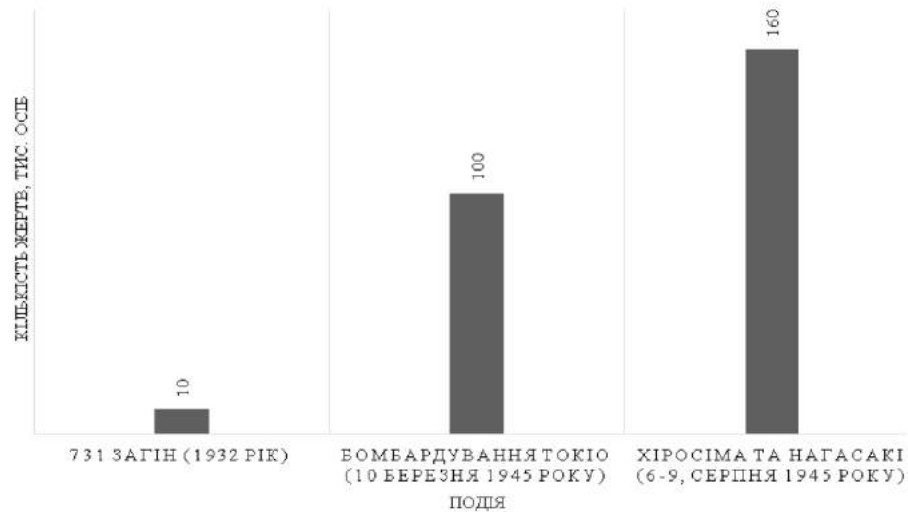


Рисунок 110 - Людські втрати під час найжахливіших бомбардувань та катувань на території Японії

Через півроку після бомбардування двох японських міст від численних ефектів дії вибуху кількість загиблих збільшилася ще на 10-15 тис. 1946 року було оприлюднено офіційне число жертв, яке досягло 176 987 осіб, при цьому 91 133 особи пропали безвісти, з важкими пораненнями перебувало 9 428 осіб, а з легкими – 27 997 осіб. Ще через 5 років кількість загиблих сягнула за поділку 200 тис. осіб. Станом на серпень 2009 року в результаті ядерного вибуху в Хіросімі загинуло 263 945 осіб, в Нагасакі – 148 226 осіб. Ця цифра включала в себе і дітей, що народилися у жінок, які піддалися впливу радіації з явними ознаками променистих уражень. (рис.1.11).

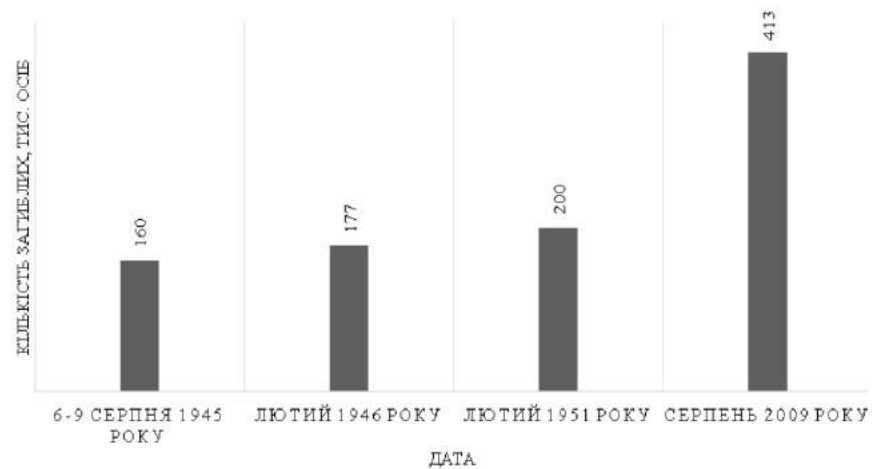


Рисунок 1.11 - Хронологія оновлення даних про кількість загиблих від дії ядерного вибуху в Хіросімі та Нагасакі

Через неповноту даних та її неточність не можна впевнено заявляти про кількість загиблих. Сотні, якщо не тисячі, смертей постраждалих від ядерного ураження були зафіксовані в документах як не пов'язані з катастрофою. Проте, за наявних даних можна приблизно підрахувати, що з моменту трагедії кількість загиблих щорічно зростала на 17 тис. осіб. Це було зумовлено як виявленням нових обставин і нових жертв катастрофи, так і поступовим знищенням нездоланною променистою хворобою населення, що врятувалося 6 та 9 серпня 1945 року[23].

Дослідження наслідків ядерного вибуху американськими експертами велося як прямо, так і опосередковано. Довгий час американці діяли руками японських медиків та журналістів. Всі карткові записи медичних хвороб потерпілих місцевих госпіталів, а також кадри, статті та відеоматеріали відзняті японською пресою були вилучені без пояснень. Таким чином США зуміло зібрати всю необхідну їм інформацію для аналізу нищівної дії ядерної бомби без шкоди власним людським ресурсам. Офіційні попередні інспекції Хіросіми та Нагасакі американськими представниками були проведені 8-9 та 13-14 вересня 1945 року відповідно. Делегація знаходилася в місті, постраждалому від ядерної бомби «Малюк» близько чотирьох днів, а в місті, потерпілому від ядерної боєголовки «Говстун» - до 16 днів. За цей час спеціалісти розробили наступний звіт даних (рис.1.12).

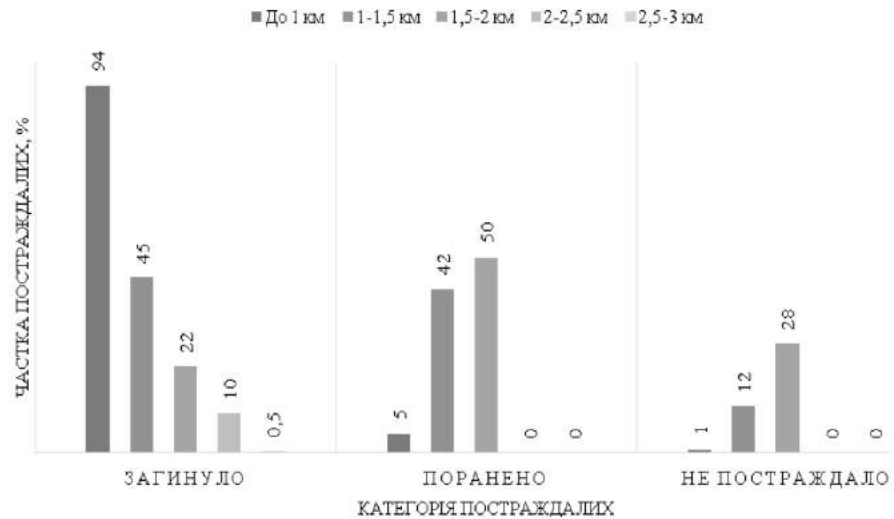


Рисунок 1.12 - Динаміка структури постраждалих жителів Хіросіми та Нагасакі в результаті ядерної атаки 1945 року

Очевидно, що кількість смертей в зоні епіцентру вибуху значно більша, ніж у віддалених частинах міста, проте чисельність поранених значно зростає зі збільшенням відстані. Це пов'язано з тим, що більша частина постраждалих виживала від ядерного ураження, знаходячись далі від епіцентру. Ті ж жителі Хіросіми та Нагасакі, які не отримали наглядних ушкоджень потерпіли від серйозного радіоактивного опромінення, тому назвати їх уцілілими важко.

За американськими даними до 50 % смертельних випадків були викликані дією ударної хвилі. В містах зафіксовані смертельні поранення людей в результаті прямої ударної хвилі на відстані 750 метрів від епіцентру вибуху. Основною причиною загибелі був опосередкований вплив ударної хвилі. Також зафіксовані поранення людей уламками будівель на відстані більше 3 км від епіцентру, хоча тяжкі поранення мали місце лише на відстані до 2 км. [24]

Під час вибуху ядерної бомби температура поверхні землі в епіцентрі сягала 4 тис. градусів за Цельсієм. При збільшенні відстані температура різко падала, але і в 3 км від вибуху спостерігалось обвуглення дерев'яних поверхонь. На поверхні черепиці на відстані в 1,2 км з'являлися характерні пухирі. В лабораторних умовах такі пухирі можна було спровокувати лише при 4

секундному впливі на черепицю температури в 1800 градусів за Цельсієм. В епіцентрі вибуху вогонь виникав одночасно в радіусі до 1 км.

Ступінь опіків, отриманих людьми, залежав від відстані до епіцентру та виду одягу. Відкриті частини тіла отримали опіки 3-го ступеня на відстані до 1,5 км, 2-го ступеня – до 2,0 км, 1-го ступеня (легкі опіки) – до 4 км. Люди, одягнені в світлий одяг отримали менш тяжкі опіки. На ступінь ураження світловим випроміненням впливала і щільність тканини. Місця на тілі, на яких одяг прилягав щільно отримали більш тяжкі опіки. В фотоархіві можна зустріти зображення жінки, яка пережила атомне бомбардування. Вона знаходилася на лікуванні в Першій армійській лікарні Хіросіми. Фотографія зроблена у вересні 1945 року. Теплові промені випалили на спині постраждалої узор її кімоно. [25] Цей опік в медицині класифікують як вторинний, оскільки шкіра отримала його уже після того, як згорів одяг, також залишивши свій опік на шкірі. [26]

Число жертв в Хіросімі та Нагасакі від впливу проникаючої радіації оцінюється в 5-15%. В результаті у людей виникала променева хвороба. За англійськими даними тяжка форма променевої хвороби зі 100% смертністю виникала у людей, які зазнали впливу проникаючої радіації на відстані 800 м від епіцентру. На відстані 800-1200 м смертність знижувалась до 50%. Випадки легких уражень проникаючої радіації спостерігались і на відстані до 2 км від епіцентру вибуху. Стіни будівель, міжповерхового перекриття, послаблюючи дію проникаючої радіації, виконували захисну функцію.

Так з 23 людей, що знаходились в будівлі банку Хіросіми на відстані в 220 метрів від епіцентру і отримали спочатку незначні ушкодження, 21 людина загинула від променевої хвороби в період між 6-м та 17-м днем після бомбардування. В живих залишилося лише двоє, які знаходилися на першому поверсі і були захищені трьома верхніми поверхами. З числа людей, працюючих в семиповерховій бетонній будівлі телеграфу в 900 м від епіцентру лише одна людина, яка перебувала в підвалі з протилежної сторони від вибуху, не мала ознак ураження проникаючою радіацією. [24]

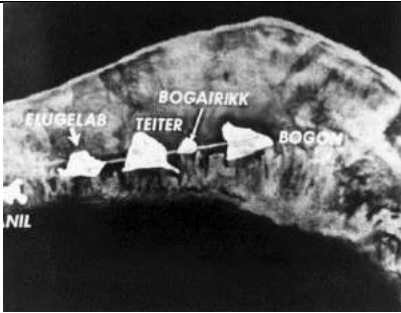
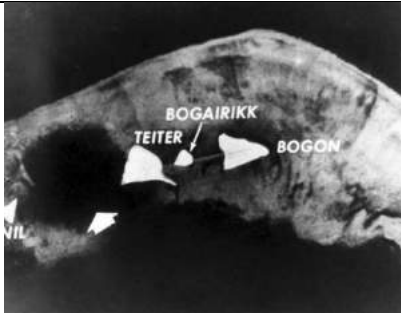
Ядерне бомбардування в Хіросімі та Нагасакі показало людству, якого нищівного удару може завдати використання ядерної зброї. Проте, ще до 1998 року використання ядерних боєголовок займало значне місце в нашій історії. Історії, відомій не всім.

1.3.3. Перше випробування водневої (термоядерної) бомби — «Айві Майк»

Операція «Айві Майк» 1 листопада 1952 року була першою, яка включала водневу бомбу, а не атомну.

Перший постріл Айві під кодовою назвою Майк був першим успішним повномасштабним випробуванням багатомегатонної термоядерної зброї («водневої бомби») за проектом Теллера-Улама. На відміну від пізнішої термоядерної зброї, Майк використовував як паливо для термоядерного синтезу дейтерій, який підтримувався у вигляді рідини дорогою та громіздкою кріогенною системою. Бомба була запущена 1 листопада 1952 року та вибухнула на острові Елугелаб із потужністю 10,4 мегатонни, що майже в 500 разів перевищує потужність бомби, скинутої на Нагасакі, що призвело до повного випаровування острова (табл 5).

Таблиця 1.1 - Острів до та після випробування

	
<p>Атол Еніветак перед вибухом "Майка".</p>	<p>Атол Еніветак після вибуху "Майка".</p>

Вісім мегатонн виходу було отримано від швидкого поділу уранового тампера, утворюючи величезну кількість радіоактивних опадів.[7] Детонація залишила підводний кратер шириною 6240 футів (1,9 км) і глибиною 164 фути (50 м) на місці острова Елугелаб. (рис 1.13).



Рисунок 1.13 - Надхмарний гриб від вибуху, який знищив атол Еніветок

Хмара від вибуху піднявся на 37 кілометрів, а діаметр гриба склав 160 кілометрів. Випробування було знято операторами ВВС США.

Випробування було проведено 1 листопада 1952 року о 07:15 за місцевим часом Вибух мав потужність у 10,4 Мт ТНТ (44 РДж)[30], однак 77% кінцевого виходу отримано від швидкого поділу уранового тампера, що спричинило велику кількість радіоактивних опадів.

Вогняна куля, створена в результаті вибуху, мала максимальний радіус від 2.9 до 3.3 км [31]. Максимальний радіус був досягнутий через кілька секунд після детонації, під час якої гаряча вогненна куля піднялася вгору завдяки плавучості. Хоча вогняна куля все ще була відносно близько до землі, вона ще не досягла своїх максимальних розмірів і, таким чином, становила приблизно 5.2 км в

ширину. Грибна хмара піднялася на висоту 17 кілометрів менш ніж за 90 секунд. Через хвилину вона досягла 33 км, перш ніж стабілізуватися на рівні 41. Верхня частина врешті-решт розширилась до діаметра 160 кілометрів зі стеблом у 32 км шириною [32].

1.3.4. Найпотужніший ядерний вибух — «Цар-бомба»

На полігоні на острові Нова Земля вибухнула найпотужніша бомба в історії 30 жовтня 1961 року.

Термоядерний заряд потужністю близько 50 мегатонн розробила у СРСР група фізиків під керівництвом академіка Ігора Курчатова у середині 1950-х років. Для "супербомби" створили носія, але реальні випробовування відклали з політичних міркувань: в "холодній війні" настала пауза.

1961 року почався новий виток "холодної війни". Підготовлений Ту-95В - носій бомби, зі спеціальним термозахисним покриттям білого кольору і бомбою на борту, пілотований екіпажем на чолі з льотчиком Дурновцовим, узяв курс на Нову Землю (рис 1.14), архіпелаг в Північному Льодовитому океані між Баренцовим і Карським морями.[11]



Рисунок 1.14 - Місце скидання "цар-бомби". Фото: Вікіпедія

Бомбу скинули з Ту-95В з висоти 10,5 тис. м, а вибухнула вона на висоті 4,5 тис. м. Екіпаж отримав дозу радіації. Потужність вибуху склала від 75 до 120 мегатонн. (рис 1.15).



Рисунок 1.15 - Ядерний "гриб" від вибуху цар-бомби. Фото:
Bestfacts.com.ua

Ядерний "гриб" вибуху піднявся на висоту 64 км. Ударна хвиля від вибуху тричі обійшла земну кулю, а електромагнітні випромінювання вибуху стали причиною перешкод радіозв'язку протягом однієї години (рис 16).

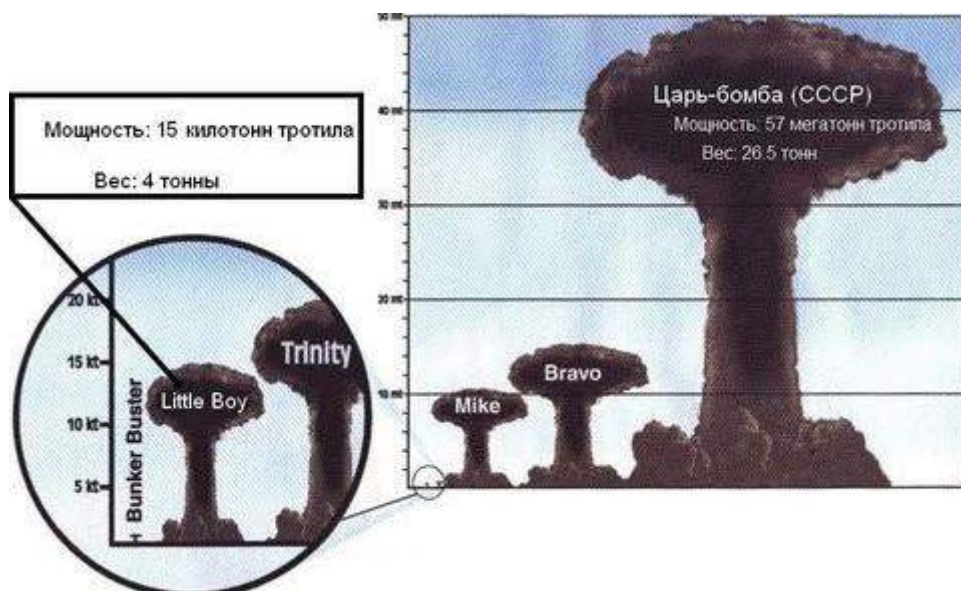


Рисунок 1.16 - Масштаби найпотужніших бомб в історії.

Фото: politinform.su

"Цар-бомба" найпотужніший вибуховий пристрій за всю історію людства. (рис 1.17). Крім зовнішньополітичних і пропагандистських міркувань її створення вкладалося в концепцію розвитку стратегічних ядерних сил СРСР. Вона зводилася до того, щоб - не женучись за кількісним паритетом з США в ядерних боєприпасах і засобах їх доставки - домогтися достатнього для "гарантованої відплати з неприйнятним рівнем шкоди для супротивника" в разі його ядерного нападу на СРСР [15].

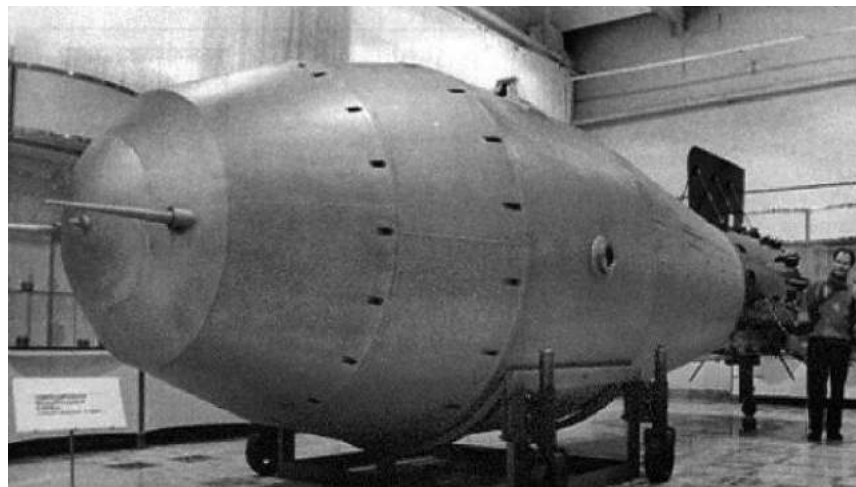


Рисунок 1.17 - фото "Цар-бомба"

1.3.5. Останній ядерний вибух — випробовування в КНДР.

Північна Корея рovelа своє шосте ядерне випробування 3 вересня 2017, згідно з японськими і південнокорейськими представниками. Міністерство закордонних справ Японії також прийшло до висновку, що Північна Корея провела ядерне випробування [33]. Геологічна служба США повідомила про землетрус у 6,3 балів, недалеко від північнокорейського ядерного полігону Пунгері [34]. Південнокорейські органи влади заявили, що землетрус, як видається, був штучним, а це відповідає ядерному випробуванню [33]. Геологічна служба США, як і Центр мереж з питань сейсмології Китаю,

повідомила, що через декілька хвилин після першої події стався другий, менший, землетрус на тому ж місці, який характеризувався обваленням порожнини[35].

Північна Корея ствердила, що вона провела випробування термоядерної бомби, яка може бути встановлена на міжконтинентальну балістичну ракету (МБР) з великою руйнівною силою [36]. Фотознімки північнокорейського лідера Кім Чен Ина, який оглядає пристрій, що нагадує боеголовку з термоядерною зброєю, були випущені за кілька годин до випробування [37].

Згідно з попереднім звітом Кім Янг-Ву, начальника південнокорейського парламентського комітету оборони, потужність ядерного вибуху еквівалентна приблизно 100 кілотоннам ТНТ[38]. За припущенням Корейської метеорологічної адміністрації, потужність вибуху становила 50—60 кілотонн[39]. Вчені з Університету науки і техніки Китаю на основі сейсмічних результатів зробили висновок, що ядерне випробування відбулося в 03:30 UTC за координатами (рис.1.18) за кількасот метрів від попередніх чотирьох випробувань (2009, 2013, січень і вересень 2016), тоді як його потужність становила 108,1 кілотонну [40]. На противагу цьому, незалежне агентство з моніторингу сейсмічної активності NORSAR, спираючись на землетрус у 5,8 балів, підрахувало, що потужність вибуху становила близько 120 кілотонн [41].

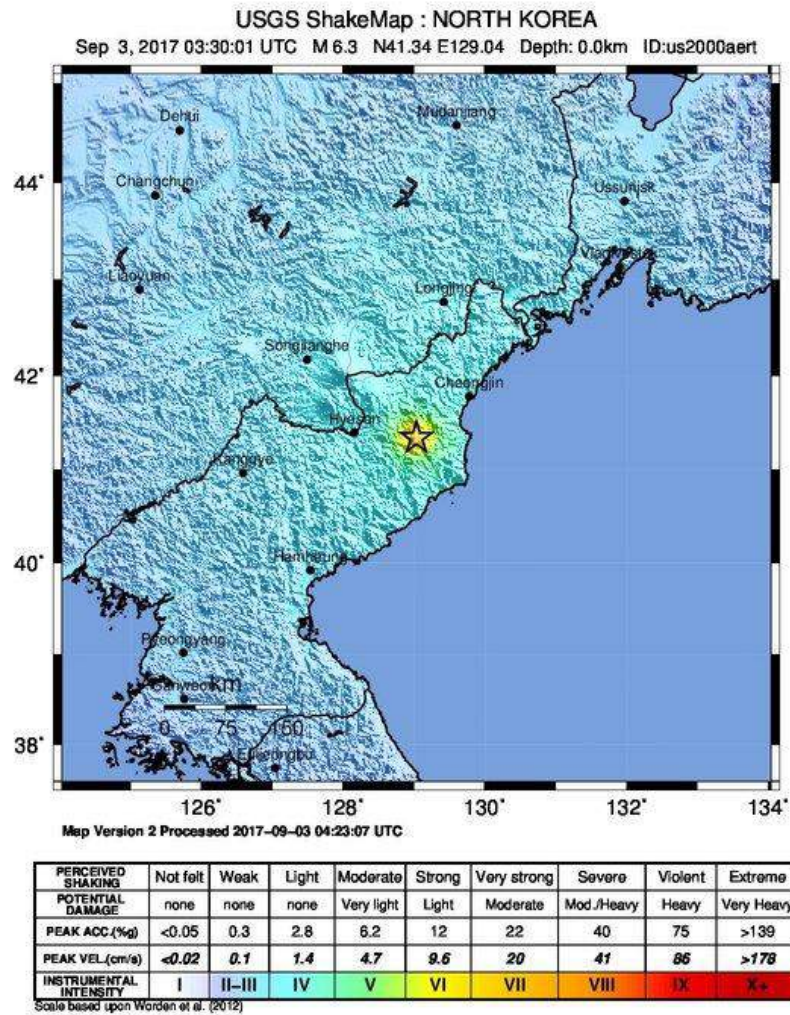


Рисунок 1.18 - Зображення Геологічної служби США, що показує місце сейсмічної активності на момент проведення випробування

Німецький Федеральний інститут геонаук і природних ресурсів надав найвищу оцінку потужності в «кілька сотень кілотонн», виходячи з виявленого землетрусу в 6,1 балів [42].

Очевидно, потужність шостого ядерного випробування Північної Кореї становила 100 кілотонн – це приблизно в 4-5 разів потужніше, ніж вибух ядерної бомби, скинутої на Нагасакі в Японії 1945 року (21 кілотонна), передає агентство Yonhap. Водночас, потужність бомби, скинутої на Хіросіму, становила 18 кілотонн. Деякі ЗМІ повідомляють, що потужність бомби шостого ядерного випробування КНДР могла сягнути аж однієї мегатонни.

1.4 Аналіз ядерних випробувань за усю історію людства

Компанія Esri, яка створює геоінформаційні продукти, створила інтерактивну карту, яка показує всі 2624 ядерні вибухи, починаючи з 1945 року.(рис 1.19).



Рисунок 1.19 - Скріншот arcgis.com карта ядерних вибухів.

Творці розробили карту за допомогою загальнодоступних джерел інформації: статті у ЗМІ, блогах, форумах, сторінки у Вікіпедії. На статті в енциклопедії можна перейти через посилання, прикріплені до піктограм у вигляд значка радіації.

На карті є позначки трьох видів. Червоні показують бойове застосування (Хіросіма і Нагасакі), сині - ядерні випробування, жовті - інше застосування ядерної зброї [35].

Для порівняння, висота грибів ядерних вибухів у Хіросімі та Нагасакі була відповідно 6 кілометрів у Хіросімі та 8 кілометрів у Нагасакі. Висота гриба від французького термоядерного випробування бомби з назвою «Лікорн», що перекладається як Єдиноріг, становила 18 кілометрів, висота ядерного гриба від «Касл Браво» (найпотужніше термоядерне випробування США) - 40 кілометрів! А вісь «Цар-бомба» (напевно всі знають про цю бомбу) потужністю 58,6 мегатонн створила ядерний гриб заввишки аж 64 кілометри (рис 1.20).

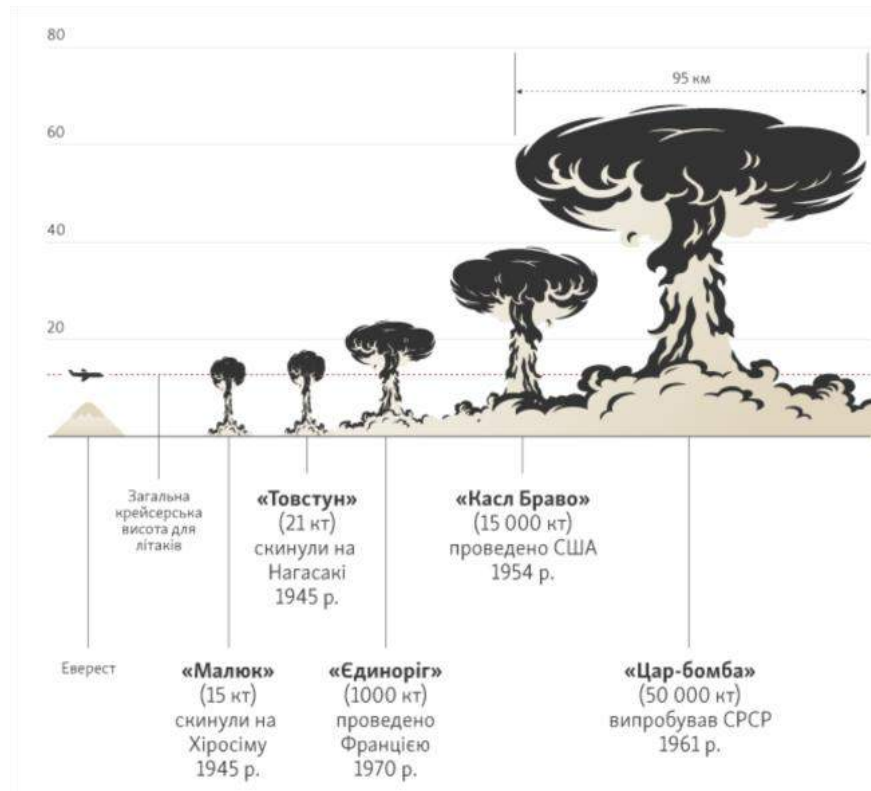


Рисунок 1.20 – Оцінка вимірювання «грибів» які утворились після ядерних вибухів різним зарядами у кілотоннах.

Найпотужніший ядерний вибух в історії відбувся у 1961 році у Радянському союзі. Тоді на полігоні Нова Земля було випробувано водневу "цар-бомбу", яка вибухнула із потужністю 50 мегатонн у тротиловому еквіваленті.

Другими за масштабами можна назвати ядерні випробування у США, коли у 1954 році там на атолі Бікіні підірвали 15-мегатонну водневу бомбу, найпотужнішу в історії американських ядерних випробувань.

Третім потужним ядерним вибухом вважається випробування першої у світі водневої бомби у 1952 році у США. Тоді вибух мав потужність у 10,4 тисяч кілотонн (рис 1.21).

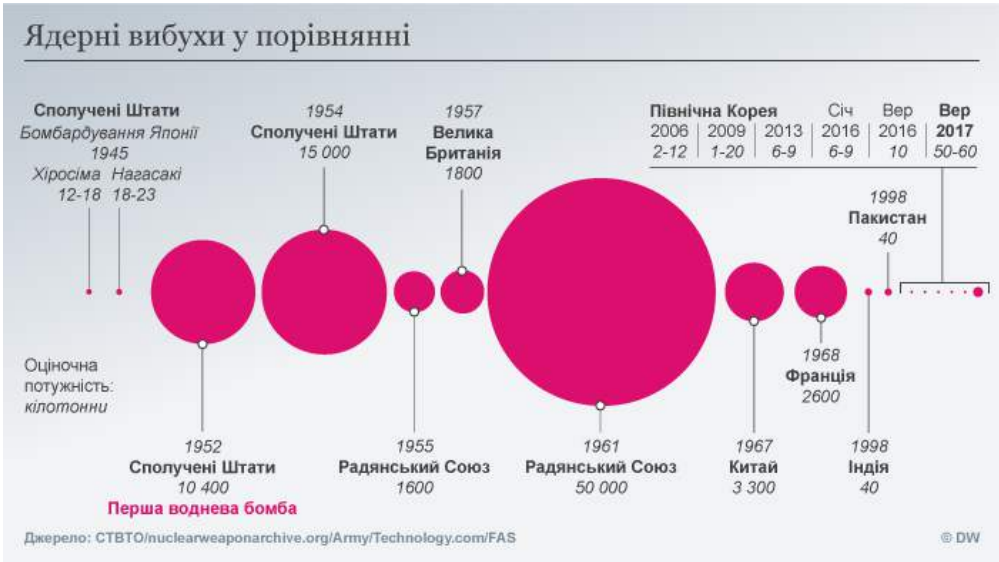


Рисунок 1.21 Схема порівняння ядерних вибухів

За даними Асоціації контролю над озброєнням, у світі було проведено понад 2 тисячі випробувань ядерної зброї (рис 1.22)

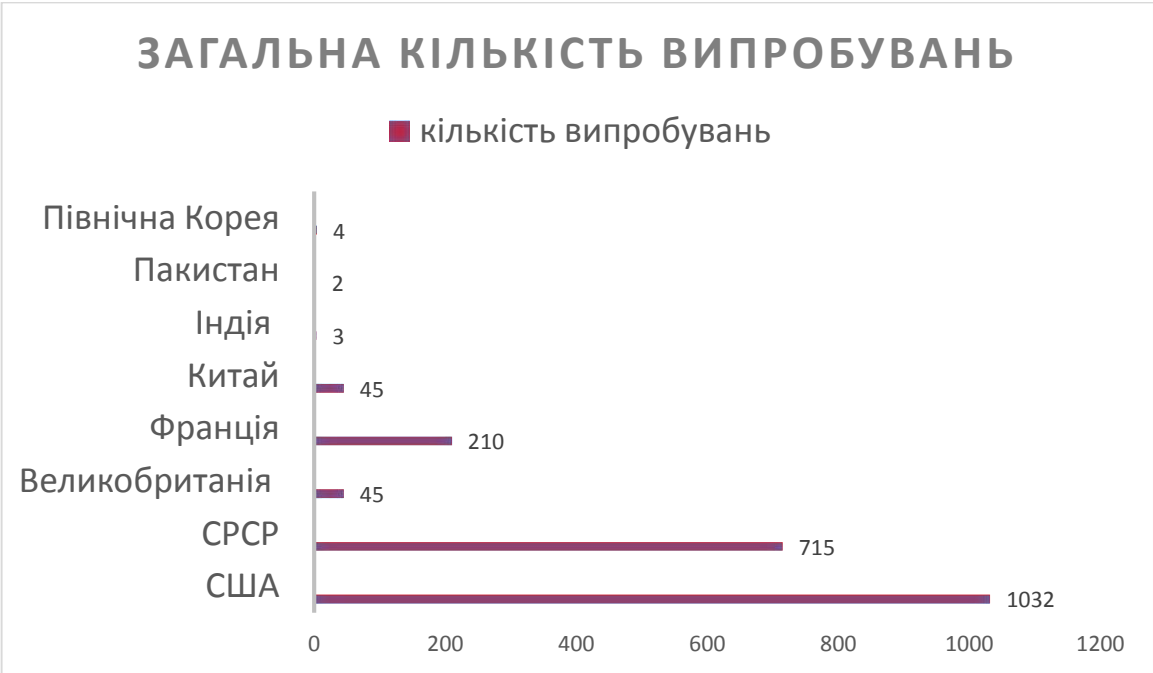


Рисунок 1.22 – Загальна кількість ядерних випробувань

За загальною кількістю ядерних випробувань лідирують Сполучені Штати Америки, оскільки там було проведено більше тисячі випробувань ядерної зброї. 715 було проведено у тодішньому СРСР, а 210 – у Франції.

Наразі країнами із найменшою кількістю небезпечних випробувань вважаються КНДР (4), Індія (3) та Пакистан (2).

Тактична ядерна зброя - це невеликі ядерні боєголовки та системи доставки, призначені для використання на полі бою чи для завдання обмеженого удару. Вони призначені для знищення цілей противника в певній місцевості, без масових радіоактивних опадів. Найменша тактична ядерна зброя може бути менше кілотонни (виробляти еквівалент тисячі тонн вибухового тротилу). Найбільші з них можуть досягати 100 кілотонн [36].

Стратегічна ядерна зброя більша (до 1 000 кілотонн) і запускається з великої відстані.

1.5. Класифікація ядерних боєприпасів

Під терміном ядерна зброя в роботі приймається зброя масового ураження, уражаюча дія якої, основана на використанні енергії внутрішньоядерних перетворень, викликаних ланцюговим поділом важких ядер ізотопів урану і плутонію або синтезу ізотопів водню в більш важкі ізотопи інших елементів [15].

Для дослідження прийнято процес протікання ядерного вибуху тактичного ядерного боєприпасу та механізми формування його уражаючих факторів та наслідків впливу на населення та інфраструктуру в районах ядерного вибуху. При цьому враховано, що ядерний вибух на земній поверхні чи у повітрі над нею супроводжується утворенням ряду факторів ураження. Види ядерних вибухів (рис.1.23).

Сам ядерний вибух за видом вибуху застосування може кваліфікуватися як:

- Космічні- виконується на висоті понад 65 км для ураження космічних цілей
- Висотні - застосовується на висоті від 10 до 65 км для ураження повітряних цілей. Для наземних об'єктів небезпечний лише впливом на електро- та радіоприлади.

- Повітряні - виробляється на висотах від кількох сотень метрів до кількох кілометрів. Радіоактивне зараження місцевості практично відсутнє.
- Наземні- виробляється на поверхні землі або на такій висоті, коли область, що світиться, стосується ґрунту. Застосовується для руйнування наземних споруд.
- Підземні- Виробляється нижче за поверхню землі. Характерний сильним зараженням місцевості.
- Надводні- Виготовляється на поверхні води або на такій висоті, коли область, що світиться, стосується води. Характерний ослабленням дії світлового випромінювання та проникаючої радіації.
- Підводні - Виробляється під водою. Світлове випромінювання та проникаюча радіація практично відсутні. Викликає сильне радіоактивне зараження води.

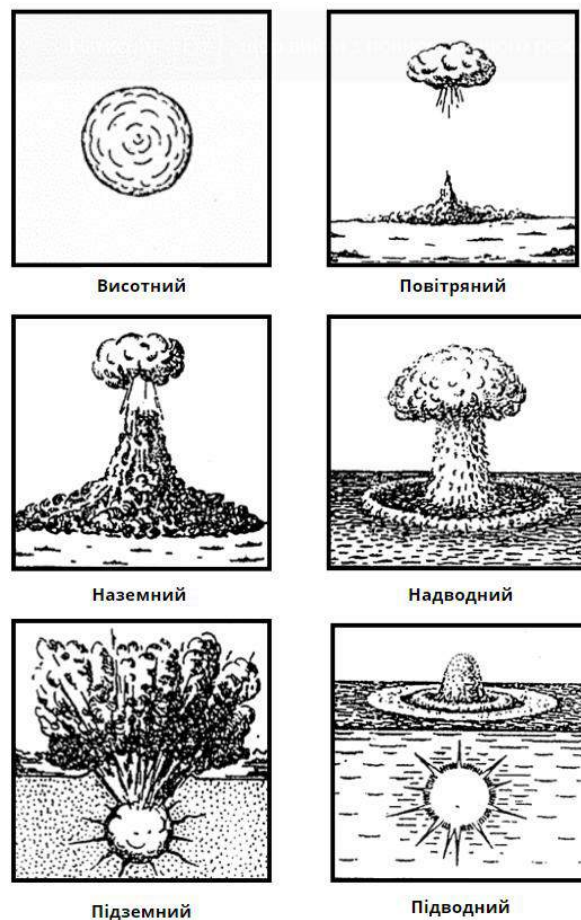


Рисунок 1.23 - Види ядерних вибухів

Потужність ядерних зарядів, прийнята до дослідження, в роботі оцінюється за еквівалентною кількістю тротилу в тонах, при вибуху якого виділяється така ж кількість енергії, що і при вибуху даного ядерного заряду.

За потужністю зарядів:

- МНадмалі до 1 КТ
- ММалі 1 – 10 КТ
- МСередні 10 – 100 КТ
- МВеликі 100 КТ-1 МТ
- МНадвеликі – понад 1 Мт

За потужністю вибуху та масштабом застосування ядерні боеприпаси поділяють на п'ять груп. Їхню градацію подано в Табл. 1.2. [4].

Таблиця 1.2 - Класифікація ядерних боеприпасів

Калібр боеприпасів	Тротиловий еквівалент	Тип заряду	Масштаб застосування
Надмалий	Менше 1 кт	Атомний Нейтронний	Тактичний
Малий	1 - 10 кт	Атомний Нейтронний	Тактичний
Середній	10 - 100 кт	Атомний Термоядерний	Оперативно-тактичний
Великий	100 кт - 1 мт	Термоядерний	Оперативно-тактичний. Стратегічний
Надвеликий	Більше 1 мт	Термоядерний	Стратегічний

Відповідно до прийнятої кваліфікації, ядерні боеприпаси тактичної ланки призначені для вирішення завдань вогневого ураження бойових порядків та

районів розосередження супротивника в його тактичній глибині, яка може охоплювати території до 100 км² [5].

1.6. Держави ядерного клубу

За даними Стокгольмського міжнародного інституту досліджень проблем миру (SIPRI), дев'ять держав станом на січень 2023 року мали 12 512 ядерних боєголовок. З них 9576 знаходились на військових складах для потенційного використання. Минулого року ці показники становили відповідно 12 710 та 9 490 одиниць.

Зараз до так званого ядерного клубу входять дев'ять держав: США, росія, Китай, Франція, Велика Британія, Індія, Пакистан, Північна Корея та Ізраїль (неофіційно).

Приблизно 3844 боєголовки розгорнуті на ракетах чи літаках. При цьому майже 2000, більшість з яких належать США чи росії, перебувають у стані підвищеної бойової готовності.

За оцінкою SIPRI, ядерні арсенали США та росії залишалися стабільними протягом 2022 року. При цьому крім готових до використання кожна з держав має більше тисячі знятих з військової служби боєголовок, які поступово демонтують.

Натомість до значного нарощування своїх ядерних запасів приступив Китай. Кількість ядерних боєголовок у країні за рік зросла з 350 до 410 і продовжує збільшуватися. В SIPRI припускають, що до кінця десятиліття КНР може щонайменше зрівнятися за кількістю міжконтинентальних балістичних ракет з США та рф.[13]/

Кількість ядерних боєголовок по країнам (дані SIPRI)(рис 1.24).

- росія — 5 889 (з них готові до використання 4489)
- США — 5 244 (з них готові до використання 3708)

- Китай — 410 (410)
- Франція — 290 (290)
- Велика Британія — 225 (225)
- Індія — 164 (164)
- Пакистан — 170 (170)
- Ізраїль — 90
- КНДР — 30

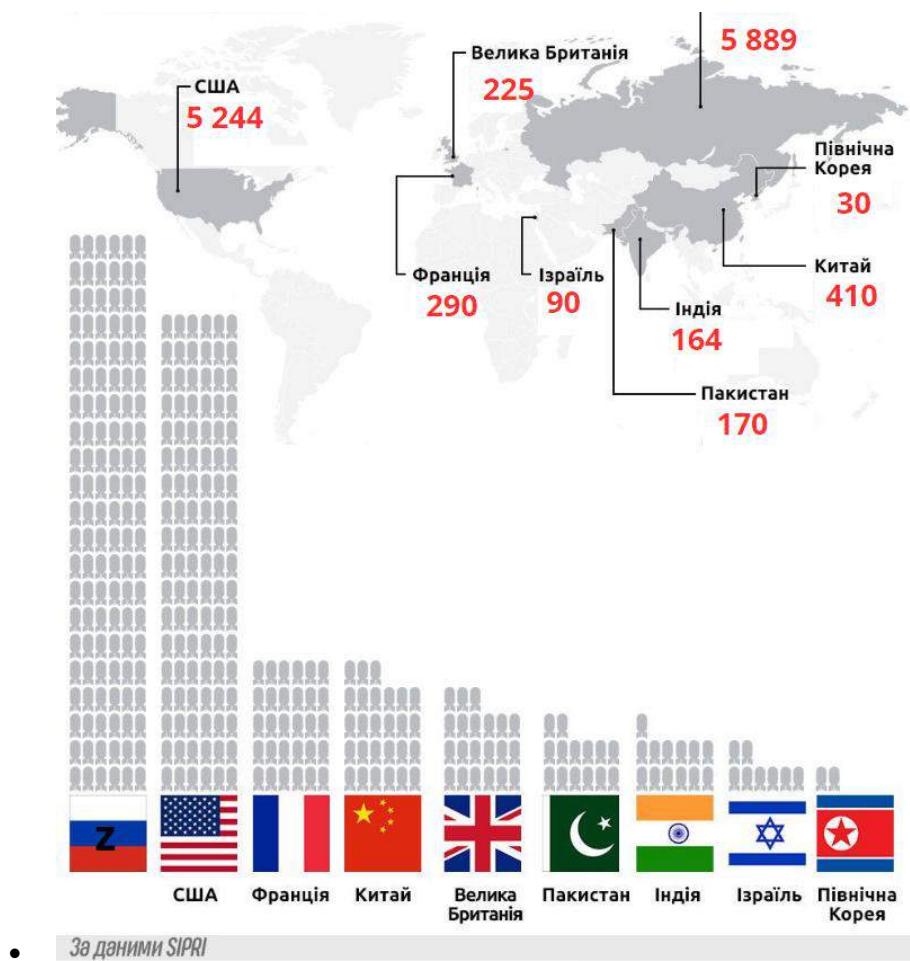


Рисунок 1.24 - Кількість ядерних боєголовок по країнам (дані SIPRI) .

Усі цифри щодо ядерної зброї є приблизними, але, за даними Федерації американських вчених, у Росії є 5977 ядерних боєголовок - що викликають

ядерні вибухи, хоча це включає близько 1500 знятих з експлуатації боєголовок, які збираються демонтувати [13].

З приблизно 4500, які залишилися, більшість вважаються стратегічною ядерною зброєю — це балістичні ракети або ракети, які можуть націлюватися на великих відстанях (рис 1.25).



Рисунок 1.25 - Данні про озброєння ворога за данніми «федерації американських вчених»

Це зброя, яка зазвичай асоціюється з ядерною війною.

Решта — менша, менш руйнівна ядерна зброя, призначена для використання на полі бою або на морі.

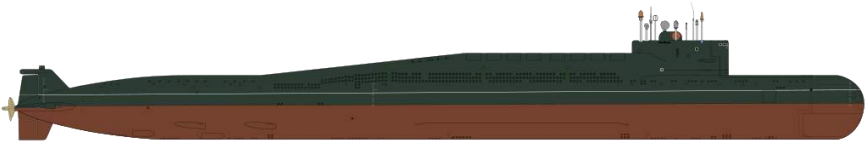
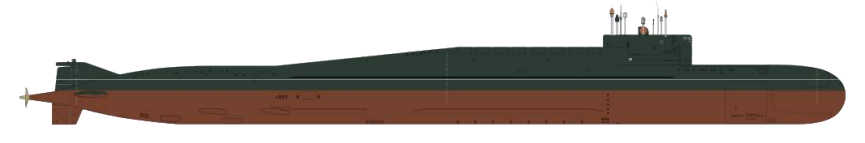

Але це не означає, що Росія має в своєму розпорядженні тисячі одиниць ядерної зброї великої дальності.

За експертними оцінками, зараз у росії близько 1500 «розгорнутих» боєголовок, тобто розміщених на ракетно-бомбардувальних базах або на підводних човнах у морі.




Таблиця 1.3 - Ракетні війська стратегічного призначення рф.

Ракетний комплекс	Зображення	Кількість	Усього боєзарядів
<u>Р-36М2"Воєвода"</u>		46	460
<u>УР-100Н УТТХ</u>		12	12
<u>РТ-2ПМ «Тополя»</u>		45	45
<u>РТ-2ПМ2 «Тополя-М»</u> (мобільного базування)		60	60
<u>РТ-2ПМ2 «Тополя-М»</u>		18	18
<u>РС-24 "Ярс"</u> (мобільного базування)		135	540
<u>РС-24 "Ярс"</u> (шахтного базування)		14	56
Усього		330	1191

Таблиця 1.4 - Морські стратегічні сили

Тип ракетноносця	Тип ракетноносця	Зображення
667БДР «Кальмар»	667БДР «Кальмар»	
667БДРМ «Дельфін»	667БДРМ «Дельфін»	
955 «Борей»	955 «Борей»	

Таблиця 1.5 - Стратегічна авіація

Тип бомбардувальника		Бомбардувальників	Тип та кількість крилатих ракет	Усього крилатих ракет
Ту-95МС6 / Ту-95МС16		60	6 Х-55СМ 	300
Ту-160		17	12 Х-55СМ або Х-102	192
Усього		77		492

1.7 Радіаційний фон України

Кожен з нас хоче почуватись у безпеці й першим дізнатись, якщо буде загроза. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів разом із ГО SaveDnipro на Saveesobot зібрали дані на єдиній карті радіаційного фону в Україні. [48] На ній відображаються заміри з усіх точок контролю, розміщених по всій країні.(рис1.26)

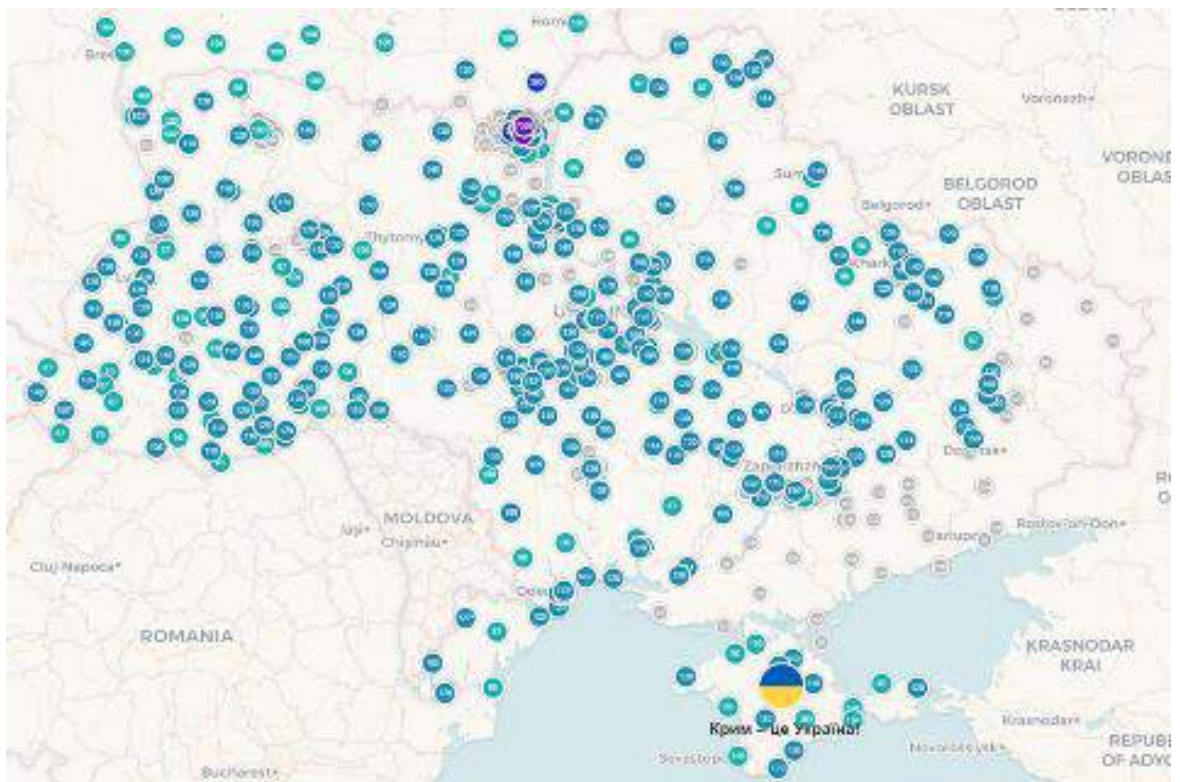


Рисунок 1.26 – Карта радіаційного фону України.

Зоною нашого інтересу є Харківська область, а саме Купянський район (рис 1.27).

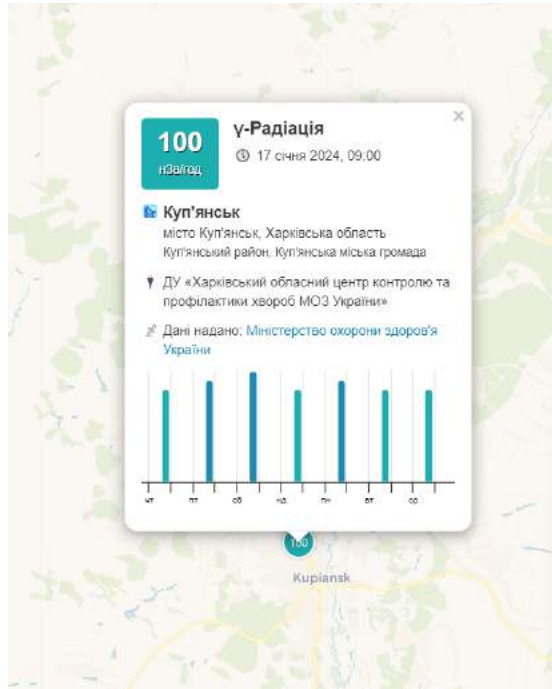


Рисунок 1.26 – Зона радіаційного фону міста Куп'янськ

Також оцінемо радіаційний фон стратегічно важливого смт Куп'янськ-Вузловий (рис 1.27)



Рисунок 1.27 – Радіаційний фон смт Куп'янськ-Вузловий.

Данні на на данному сайті надані міністерством охорони здоров'я України.

Радіаційний фон — норма

- 0,1-0,2 мкЗв/ч — звичайний рівень радіаційного фону, якому кожен з нас піддається щодня;
- до 0,3 мкЗв/ч — нормальний радіаційний фон;
- 0,3-1,2 – мкЗв/ч — підвищений радіаційний фон;
- понад 1,2-мкЗв/ч — небезпечний радіаційний фон.

Проаналізуємо данні радіаційного фону міста Куп'янськ та смт Куп'янськ-Вузловий за неділлю з 08.01.2024 по 14.01.2024

Таблиця 1.6- Аналіз радіаційного фону

Дні тиждня	Данні радіаційного фону у мкЗв/ч	
	Куп'янськ	Куп'янськ-Вузловий
Понеділок	0.11	0.087
Вівторок	0.1	0.096
Середа	0.1	0.096
Четвер	0.1	0.0105
П'ятниця	0.11	0.096
Суббота	0.12	0.087
Неділля	0.1	0.096

За даними міністерством охорони здоров'я України, що до радіаційного фону, можемо зробити висновок що радіаційний фон на період з 08.01.2024 по 14.01.2024 є у нормі допустимих показників як у самому місті Куп'янськ так і у смт Куп'янськ-Вузловий.

РОЗДІЛ 2 ОЦІНКА НАСЛІДКІВ ЗАСТОСУВАННЯ ТАКТИЧНОЇ ЯДЕРНОЇ ЗБРОЇ НА НАСЕЛЕННЯ ТА ІНФРАСТРУКТУРУ В РАЙОНАХ ЯДЕРНОГО ВИБУХУ

2.1 Види та характеристики уражаючих факторів, які формуються при застосуванні тактичного ядерного боєприпасу

При застосуванні ядерного боєприпасу формуються уражаючі фактори ядерного вибуху, а саме: повітряна ударна хвиля, світлове випромінювання, проникаюча радіація, радіоактивне забруднення атмосфери і поверхні землі (об'єктів), електромагнітний імпульс та, за певних умов, сейсмовибухові хвилі в підстилаючій земній поверхні [16, 17].

Особливості формування та характеристики основних уражаючих факторів ядерного вибуху тактичного ядерного боєприпасу окремо за їхніми типами та важливістю щодо впливу.

Повітряна ударна хвиля.

Повітряна ударна хвиля ядерного вибуху формується внаслідок перетворення близько 50 % енергії ядерного вибуху у вигляді надвисокої температури на прогрів та на кінетичну енергію розжареної маси повітря та залишків конструкції боєприпасу в епіцентрі ядерного вибуху. Завдяки цьому виникає надмірний тиск у певних шарах атмосфери, що призводить до руху мас повітря та розширення цього шару в просторі з надзвуковою швидкістю. Відстань в 1 км повітряна ударна хвиля проходить за 2 с, 2 км – за 5 с і 3 км – за 8 с. Повітряна ударна хвиля створює уражаючий ефект впливом на людей та об'єкти надмірним тиском та імпульсом надмірного тиску під час руху стиснутої маси повітря (фронт ударної хвилі) від епіцентра вибуху (метальна дія).

Основний параметр, що характеризує уражаючу дію повітряної ударної хвилі, це надмірний тиск (ΔP_f) на заданій відстані, значення якого залежить від потужності боєприпасу. У міру руху ударної хвилі тиск на її фронті падає. Тобто

значення надмірного тиску в даній точці простору, крім потужності боєприпасу, також залежить і від відстані до епіцентра вибуху.

Під дією повітряної ударної хвилі у просторі утворюються зони ураження, що відносно збитків, нанесених людям та об'єктам інфраструктури, кваліфікуються як зони повного, середнього та слабкого ураження (руйнування).

Характер уражень та руйнувань відповідно визначеним типам зон ураження подано в Табл.2.1.[16, 17].

Таблиця 2.1 - Дія повітряної ударної хвилі ядерного вибуху на об'єкти та населення

Зона ураження	Характер ураження об'єктів та споруд	Характер ураження населення та персоналу
Легке ураження	Пошкодження вхідних дверей, покрівлі даху, віконного скла	Легкі ураження: легка загальна контузія, вивихи кінцівок, тимчасова втрата слуху
Середнє ураження	Середнє та сильне руйнування будинків та споруд. Створення окремих завалів	Ураження незахищеного населення: загальна контузія, ураження органів слуху, переломи кінцівок, кровотечі з носа та вух
Сильне ураження	Руйнування будинків та споруд. Виведення з ладу та пошкодження комунальноенергетичних систем і мереж. Створення окремих завалів. Створення зон окремих пожеж	Сильна контузія всього організму, важкі переломи та ампутація кінцівок, ураження внутрішніх органів
Повне ураження	Повне руйнування будинків і споруд. Пошкодження і руйнування комунальноенергетичних систем і мереж. Часткове	Масова загибель незахищеного населення та персоналу через травми, які призводять до летальних випадків

	пошкодження сховищ, зони суцільних завалів і пожеж. Повне знищення лісових насаджень	
--	---	--

Розрахунок радіуса зони ураження (R_p) здійснюється за виразом [17]

$$R_p = A^3 \sqrt[3]{q} \text{ км,}$$

де A – коефіцієнт, що залежить від виду вибуху та типу зони ураження (табл. 2.3); q – потужність ядерного вибуху в кілотоннах (кт) тротилового еквіваленту.

Таблиця 2.3 - Значення параметра A відповідно до типу зони ураження повітряною ударною хвилею ядерного вибуху

Тип ураження	P_f , кПа	A	
Легкий	10 - 20	1,1	1,4
Середній	20 - 30	0,7	0,75
Сильний	30 - 50	0,5	0,55
Повний	> 50	0,35	0,4

Розрахунки зон ураження повітряною ударною хвилею, що можуть сформуватися при ядерному вибуху тактичного ядерного боєприпасу, розподілені за видами ядерного вибуху відносно ступеня ураження об'єктів та населення для різних потужностей вибуху боєприпасу, подано в (табл.2.4.)

Таблиця 2.4 - Розміри зон ураження повітряною ударною хвилею при ядерному вибуху тактичного ядерного боєприпасу

Зона ураження	Потужність ядерного боєприпасу (q), кт							
	0,1	0,25	0,5	1,0	2,0	5,0	7,0	10,0
Радіус зони ураження при наземному вибуху, км								
Повне ураження	0,19	0,25	0,31	0,40	0,50	0,69	0,77	0,86
Сильне ураження	0,26	0,35	0,44	0,55	0,70	0,90	1,1	1,2
Середнє ураження	0,35	0,47	0,60	0,75	0,95	1,3	1,4	1,6
Легке ураження	0,65	0,90	1,1	1,4	1,8	2,4	2,7	3,1
Радіус зони ураження при повітряному вибуху, км								
Повне ураження	0,16	0,22	0,28	0,35	0,44	0,6	0,67	0,75
Сильне ураження	0,23	0,32	0,40	0,50	0,63	0,85	0,96	1,1
Середнє ураження	0,33	0,44	0,60	0,70	0,90	1,2	1,3	1,5
Легке ураження	0,50	0,70	0,90	1,1	1,4	1,9	2,1	2,4

Аналізуємо данні, які подані у (табл.2.4) бачимо, що зона ураження повітряною ударною хвилею, сформованою при застосуванні тактичного ядерного боєприпасу залежно від виду вибуху та його потужності може досягати 3100 м. При цьому зона повного ураження об'єктів та населення може сягати від 200 до 860 м від епіцентра ядерного вибуху залежно від його потужності та виду.

2.2 Світлове випромінювання

Поглинена доза радіоактивного опромінення залежить від потужності ядерного боєприпасу та місцезнаходження окремих представників населення та

персоналу відносно епіцентра ядерного вибуху: відкрито на місцевості, в житлових будівлях або різних спорудах у підвалах або захищених сховищах.

Орієнтовані значення відстаней від епіцентра ядерного вибуху, на яких можна отримати дози опромінення вище зазначених для IV ступеня променевої хвороби при відкритому розташуванні на місцевості, подано в (табл 2.5)

Таблиця 2.5 - Розміри зон ураження населення та персоналу проникаючою радіацією ядерного вибуху тактичного ядерного боєприпасу

Ступінь променевої хвороби	Потужність ядерного боєприпасу (q), кт							
	0,10	0,25	0,50	1,0	2,0	5,0	7,0	10,0
	Радіус зони ураження при наземному вибуху, км							
IV – $D_p > 6$ Зв	0,56	0,66	0,74	0,84	0,97	1,11	1,18	1,25
	Радіус зони ураження при повітряному вибуху, км							
	0,54	0,63	0,70	0,78	0,94	1,0	1,17	1,25

Вплив проникаючої радіації вибуху тактичного ядерного заряду на людей залежно від виду вибуху та його потужності буде спостерігатися на відстанях від 560 до 1300 м. Ступінь ураження людей при знаходженні їх у автомобілі, автобусі, будівлі з дерева буде меншим у 2 рази, у житлових будинках – у 10 - 15 разів, у підвалах – до 40 разів, у сховищах – від 500 до 5000 разів.

Ефект впливу проникаючої радіації при застосуванні тактичного нейтронного ядерного боєприпасу буде більшим на 20 - 30 % порівняно з даними, поданими в Табл.8. А утворена ним зона радіаційного ураження характеризуватиметься наведеною активністю матеріалів будівель, споруд, транспорту, обладнання та матеріальних засобів.

При вибуху нейтронної бомби потужністю 1 кт, коли повітряна ударна хвиля і світлове випромінювання уражають у радіусі 130 - 150 м, сумарне гамма-нейтронне випромінювання становитиме: у радіусі 1 км – до 30 Гр, 1,2 км – 8,5 Гр, 1,6 км – 4 Гр, до 2 км – 0,75 - 1 Гр [20].

2.3. Радіоактивне забруднення місцевості.

Радіоактивне забруднення місцевості – це фактор ураження, що утворюється в процесі випадіння радіоактивних частинок з хмари та пилового стовпа на поверхні землі, будинків та споруд, різноманітної техніки та інших об'єктів, а також наведена активність ґрунту і матеріалу конструкцій різних об'єктів потоком нейтронів.

Джерелом радіоактивного забруднення є:

- продукти ділення ядерного пального (близько 200 ізотопів різних елементів та до 36 хімічних сполук);
- частина ядерного пального, що не прореагувала в ході ядерної реакції;
- залишки елементів конструкції ядерного боєприпасу, активовані в ході розвитку ланцюгової ядерної реакції;
- частинки ґрунту та різних матеріалів з підсилюючої поверхні епіцентра ядерного вибуху, розплавлені, конденсовані та активовані в ході розвитку ланцюгової ядерної реакції.

Хмара ядерного вибуху складається з твердих радіоактивних частинок розміром від 2 до 25 мкм [22]. При повітряному ядерному вибуху радіоактивні частинки складаються з оксидів заліза, алюмінію, урану, плутонію та інших хімічних елементів.

Радіоактивні частинки, що утворюються при наземному ядерному вибуху – це сплавлені силікати, тобто основа ґрунту. Вони містять радіоактивні матеріали, які є джерелами іонізуючого випромінювання [21, 22].

Загалом, ланцюжки розпаду уламків ділення ядерного пального формують елементи з масовими номерами 89 - 93, 95, 97, 99, 103, 105, 106,

125, 131 - 133, 135, 137, 140, 141, 143, 144, 147, 149 та 151. Радіонукліди, що належать саме цим ланцюжкам розпаду, вносять найбільший вклад в активність

суміші уламків ділення ядерного пального з періодом розпаду від 1 доби до 1011 років після ядерного вибуху [21, 22].

Місцевість, що підпала під радіоактивне забруднення, як наслідок застосування ядерної зброї, прийнято ділити на зони. Їхні індекси та характеристики подано в (табл. 2.6) [15, 16].

Таблиця 2.6 - Характеристики зон радіоактивного забруднення

Індекс зони	Характеристика зони	Доза опромінення за 2 тижні перебування в зоні після ядерного вибуху, Гр		Потужність дози випромінювання на зовнішній межі зони, мГр/год	
		На внутрішній межі зони	На зовнішній межі зони	Через 1 год після вибуху	Через 10 год після вибуху
А	Зона помірною забруднення	4	0,4	80	5
Б	Зона сильного забруднення	12	4	800	50
В	Зона небезпечного забруднення	40	12	2400	150
Г	Зона дуже небезпечного забруднення	-	40	8000	500

Схему зонування території, що підпала під радіоактивне забруднення як наслідок застосування ядерної зброї подано на (рис. 2.1). На особливий період

застосовують певні норми радіаційної безпеки, встановлені для особового складу військ, що діють в умовах воєнного стану. Вони включають такі норми: щодо одноразового зовнішнього опромінення – 0,5 Гр; за 1 міс – 1,0 Гр; за 3 міс – 2,0 Гр; за 1 рік – 3,0 Гр. При цьому встановлено, що втрати боєздатності починаються при отриманні особовим складом дози в 1,0 Гр і більше [15].

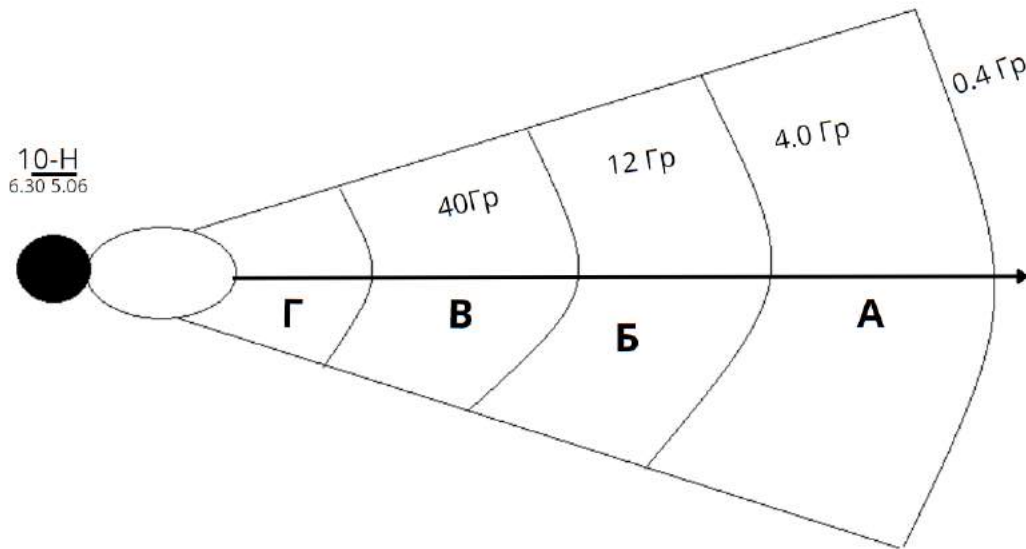


Рисунок 2.1 - Схема зонування території, що підпала під РЗ як наслідок застосування ядерної зброї.

Для населення (категорія В) та персоналу об'єктів ядернопаливного циклу (категорії А і Б) в умовах мирного часу діють нормативно визначені ліміти доз опромінення, значення яких подано в (табл. 2.7)[23].

Таблиця 2.7 - Ліміти доз опромінення, мЗв/рік (рад/рік)

Назва параметра	Категорія осіб, які зазнали опромінювання		
	А	Б	В
Ліміт ефективної дози	20 (2)	2 (0,2)	1 (0,1)
Ліміт еквівалентної дози:			
для кришталика ока	150 (15)	15 (1,5)	15 (1,5)
для шкіри	500 (50)	50 (5)	50 (5)
для кистей та стоп	500 (50)	50 (5)	□

Формування зон забруднення залежить від характеру дрейфу радіонуклідів у повітряних потоках поза межами району застосування боєприпасу та осідання їх на поверхню. У свою чергу дрейф радіоактивних речовин та розміри зон радіоактивного забруднення залежать від потужності ядерного вибуху, ступеня стійкості атмосфери та швидкості вітру.

Ділянка забруднення, утворена вибухом тактичного ядерного боєприпасу, включає район вибуху і зони розповсюдження радіоактивних речовин над місцевістю: за напрямком дії вітру – підвітряну та проти вітру – навітряну зони.

Потужності доз радіоактивного випромінювання в навітряній зоні забруднення залежно від виду та потужності ядерного вибуху подано в (табл. 2.8).

Таблиця 2.8 - Потужності доз радіоактивного випромінювання в навітряній зоні радіоактивного забруднення, наведені на 1 год після вибуху, Гр/год

R зони ураження у м.	Потужність ядерного вибуху (q), кт							
	0,10	0,25	0,50	1,0	2,0	5,0	7,0	10,0
Наземний вибух								
50	1,25	2,60	6,35	1,27	9,7	34,8	41,7	52,2
100	0,25	0,52	1,25	2,5	5,05	12,6	53,1	11,0
200	0,04	0,08	0,20	0,40	0,79	2,00	2,92	3,95
300	0,011	0,022	0,056	0,11	0,22	0,56	0,78	1,10
400	-	0,010	0,020	0,039	0,079	0,20	0,28	0,40
Повітряний вибух								
50	0,86	1,60	3,40	5,65	8,90	21,9	62,5	11,11
100	0,19	0,37	0,87	1,65	2,95	6,05	7,55	9,70
200	0,031	0,061	0,15	0,29	0,57	1,30	1,80	2,40
300	0,010	0,017	0,043	0,084	0,17	0,40	0,55	0,76
400	-	-	0,015	0,03	0,06	0,15	0,20	0,28

Розміри навітряної зони не залежать від сили вітру, а за формою вона зазвичай приймається за коло з центром в епіцентрі ядерного вибуху [15, 16].

Від епіцентра ядерного вибуху за напрямком дії середнього вітру формується зона радіоактивного забруднення місцевості, яка характеризується довжиною та максимальною шириною. Максимальна ширина визначається в точці на відстані 2/3 довжини від епіцентра ядерного вибуху. Вказану зону за рівнями радіоактивного випромінювання та поглиненої дози індексують відповідно до параметрів (табл. 2.7).

Розміри зон радіоактивного забруднення місцевості по осі сліду руху хмари для різних потужностей ядерного вибуху подано в (табл. 2.9)[15, 16].

Таблиця 2.9 - Розміри зон радіоактивного забруднення по осі сліду руху хмари ядерного вибуху, км (довжина - максимальна ширина)

Потужність ядерного вибуху (q), кт	Швидкість середнього	Зони забруднення				Потужність дози через 1 год на
		А	Б	В	Г	
Наземний вибух						
0,1	10	3,4 - 3,7	-	-	-	-
	25	4,5 - 2,5	-	-	-	
0,2	10	4,8 - 4,4	1,2 - 1,1	-	-	-
	25	6,3 - 3,3	-	-	-	
0,5	10	7,4 - 4,7	2,2 - 2,4	-	-	-
	25	9,8 - 4,3	2,2 - 1,1	-	-	
1,0	10	10,0 - 8,0	3,3 - 3,4	1,4 - 1,2	-	477 - 41
	25	14,0 - 5,7	3,7 - 1,9	-	-	
2,0	10	14,0 - 9,3	4,8 - 4,5	2,4 - 2,3	-	593 - 48
	25	19,0 - 6,9	5,5 - 2,7	1,8 - 0,5	-	
5,0	10	23,0 - 12,0	8,0 - 6,0	4,2 - 3,7	1,4 - 0,9	793 - 58
	25	31,0 - 8,8	9,4 - 3,8	4,2 - 1,8	-	
7,0	10	27 - 13,5	10,0 - 6,7	5,2 - 4,3	2,0 - 1,4	882 - 65
	25	37,5 - 9,8	13,3 - 4,3	5,4 - 2,3	2,3 - 1,8	
10,0	10	32,5 - 15,0	12,0 - 7,5	6,3 - 4,8	2,6 - 2,0	987 - 75
	25	44,0 - 11,0	14,0 - 4,8	6,6 - 2,7	2,6 - 2,0	
Повітряний вибух						
0,1	10	1,7 - 1,5	Не формуються			-
	25	1,8 - 0,7				
0,2	10	2,4 - 2,3				□
	25	2,8 - 1,3				
0,5	10	3,6 - 3,4				□

	25	4,6 - 2,1				
1,0	10	5,0 - 4,2				□
	25	6,3 - 2,7				
2,0	10	6,8 - 5,2				□
	25	8,8 - 3,5				
5,0	10	11,0 - 6,6				548 - 46
	25	14,0 - 4,5				
7,0	10	13,0 - 6,0				634 - 49
	25	17,0 - 5,0				
10,0	10	15,0 - 7,9				549 - 46
	25	20,0 - 5,5				

Розміри зони забруднення при вибуху тактичного ядерного заряду боєприпасу, в якій буде спостерігатися найбільш тяжкий вплив на населення та персонал об'єктів критичної інфраструктури, при відкритому знаходженні їх на місцевості, залежно від потужності та типу вибуху може становити від 1400 до 2600 м. А зона, в якій необхідно проводити першочергову негайну евакуацію населення може сягнути від 3,4 до 44,0 км за напрямком вітру.

Окремо, як правило, виділяють розміри зони радіоактивного забруднення з потужністю дози 10 мГр/год [13]. Перебування на зовнішній межі цієї зони протягом 2 год призводить до досягнення гранично допустимої дози зовнішнього опромінення, встановленої для персонала об'єктів ядернопаливного циклу категорії А, а саме 0,02 Гр (табл. 2.7).

Зауважимо, що допустимою нормою радіаційного фону, встановленою вимогами «Норм радіаційної безпеки України», для безумовно виправданого рівня втручання і рівня дії відносно населення є значення не більше 10,8 мкГр/год (3 нГр/с) [23].

Зона з потужністю дози в 10 мГр/год та нижче кваліфікується, як зона дальнього розповсюдження радіоактивних речовин. Її площа може становити до

1000 км² [21, 23]. Вона формується завдяки дрейфу та випадінню на поверхню радіоактивних частинок розмірами 1 - 2 мкм, які осідають та випадають на поверхні протягом 2 - 3 тижнів після вибуху. Форма площі буде визначатися змінами вектора дії середнього вітру в цей час. Цілком ймовірно, що район можливого радіоактивного забруднення може розповсюдитися по площі, прийнятій у формі кола з радіусом до 100 км і більше. У цій зоні буде можливо спостерігати ділянки з дещо підвищеним рівнем радіації [11, 23, 24]. Одним із методів встановлення розмірів та координат дальньої зони радіоактивного забруднення є організація військового чи загальнодержавного радіаційного спостереження, яке повинно охоплювати великі регіони всієї держави. При фіксації факту застосування супротивником ядерної зброї на територіях, які знаходяться в районі ядерного вибуху, необхідно здійснювати додаткове проведення радіаційної розвідки для уточнення координат та характеристик зони забруднення на місцевості [18, 25, 26]. Заходи первинного радіаційного захисту населення та персоналу об'єктів критичної інфраструктури відповідно до індексації зон забруднення подано в (табл. 2.10) [16, 19]

Таблиця 2.10 - Заходи первинного радіаційного захисту від наслідків застосування тактичного ядерного боєприпасу

Індекс зони	Характеристика зони	Зміст заходу радіаційного захисту при знаходженні в зоні забруднення
А	Зона помірного забруднення	Заборона на проведення робіт у зоні на відкритій місцевості під час початку формування зони (проходження хмари ядерного викиду) та протягом декількох годин після її проходження
Б	Зона сильного забруднення	Заборона на проведення робіт у зоні на відкритій місцевості. Після формування зони населення підлягає евакуації. Персонал об'єктів критичної інфраструктури може виконувати завдання при прийнятті заходів радіаційного захисту

В	Зона небезпечного забруднення	Заборона на проведення робіт у зоні. Негайна евакуація населення та персоналу об'єктів критичної інфраструктури після спаду рівня радіації до певних безпечних значень
Г	Зона дуже небезпечного забруднення	Негайна евакуація населення та персоналу об'єктів критичної інфраструктури після спаду рівня радіації до певних безпечних значень

Загалом, є очевидним, що, після нанесення ядерного удару тактичним ядерним боєприпасом з території, що зазнала впливу факторів ураження, населення має бути евакуйоване. Що стосується персоналу об'єктів критичної інфраструктури, то рішення про його виведення у безпечний район визначається необхідністю функціонування вказаних об'єктів в умовах, що склалися після удару.

Заходи евакуації населення та процес виконання функціональних обов'язків персоналом безпосередньо пов'язані з часом та величиною допустимої дози опромінювання за час виконання обов'язків за призначенням, який буде визначати значення поглиненої дози опромінення.

Значення поглиненої дози опромінення буде формуватися як від забрудненої території, так і від хмари ядерного вибуху, яка під дією вітру дрейфує над заданою точкою місцевості, та визначається часом початку опромінення та часом перебування в зоні радіоактивного забруднення. Під часом початку опромінення приймається початок руху хмари ядерного вибуху над заданою точкою або час виходу населення та персоналу на відкриту радіоактивно забруднену місцевість із захищених сховищ.

Можливі дози радіоактивного опромінення за проміжки часу, в які найбільш ймовірно будуть проводитися заходи евакуації населення відповідно до часу початку опромінення, подано у (табл.2.11)[15, 16]

Таблиця 2.11 - Поглинена доза радіоактивного випромінювання, що може бути отримана населенням при відкритому знаходженні на місцевості всередині зони радіоактивного забруднення, Гр

Зона радіоактив ногозабру днення	Час початку опромінення з моменту ядерного вибуху, хв	Тривалість перебування в зоні радіоактивного забруднення, год			
		0,5	1,0	2	5
		Поглинена доза, Гр			
А	30	0,19	0,28	0,40	0,55
	60	0,097	0,16	0,25	0,38
	90	0,064	0,11	0,18	0,29
Б	30	1,04	1,59	2,21	3,06
	60	0,55	0,91	1,38	2,11
	90	0,36	0,63	1,01	1,64
	4 год	0,12	0,23	0,41	0,79
В	30	3,30	5,00	7,00	9,60
	60	1,70	2,80	4,30	6,60
	90	1,10	2,00	3,20	5,20
	10 год	0,13	0,25	0,50	1,10
Г	30	10,40	15,90	22,10	30,60
	60	5,50	9,10	13,80	21,10
	90	3,60	6,30	10,10	16,40
	1 доба	0,15	0,30	0,60	1,40

Аналізуючи данні які подані у таблиці 2.11 бачимо, що, за наявності захищених сховищ, варіюванням часом початку опромінення можна забезпечити додержання певних норм забезпечення радіаційного захисту населення та персоналу об'єктів критичної інфраструктури в умовах впливу наслідків застосування ядерної зброї.

При знаходженні всередині зони Б вихід на відкриту місцевість із захищених сховищ необхідно здійснити через 4 год після часу формування зони. При цьому евакуаційні заходи повинні закінчитися за 2 год, що забезпечить одержання населенням та персоналом дози опромінення не більше 0,41 Гр.

Для зони В за тих же умов одержана поглинена доза опромінення буде нижчою за порогове значення, а вихід зі сховищ треба почати через 10 год з моменту формування зони забруднення.

Якщо люди знаходяться в зоні Г, то час початку опромінення становитиме більше 1 доби. При цьому вихід населення чи персоналу через 1 добу із захищених сховищ місцевості з характеристиками радіаційного забруднення зони Г, та подальша евакуація їх має тривати впродовж не більш 2 год, що забезпечить отримання поглиненої дози до 0,6 Зв.

РОЗДІЛ 3 ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ІМОВІРНОГО ЯДЕРНОГО УДАРУ .

3.1 Практична реалізація роботи, вибір об'єкта дослідження моделювання

Для початку застосування сучасних технологій при моделюванні ймовірного ядерного удару складемо блок схему виконання роботи (рис 3.1).

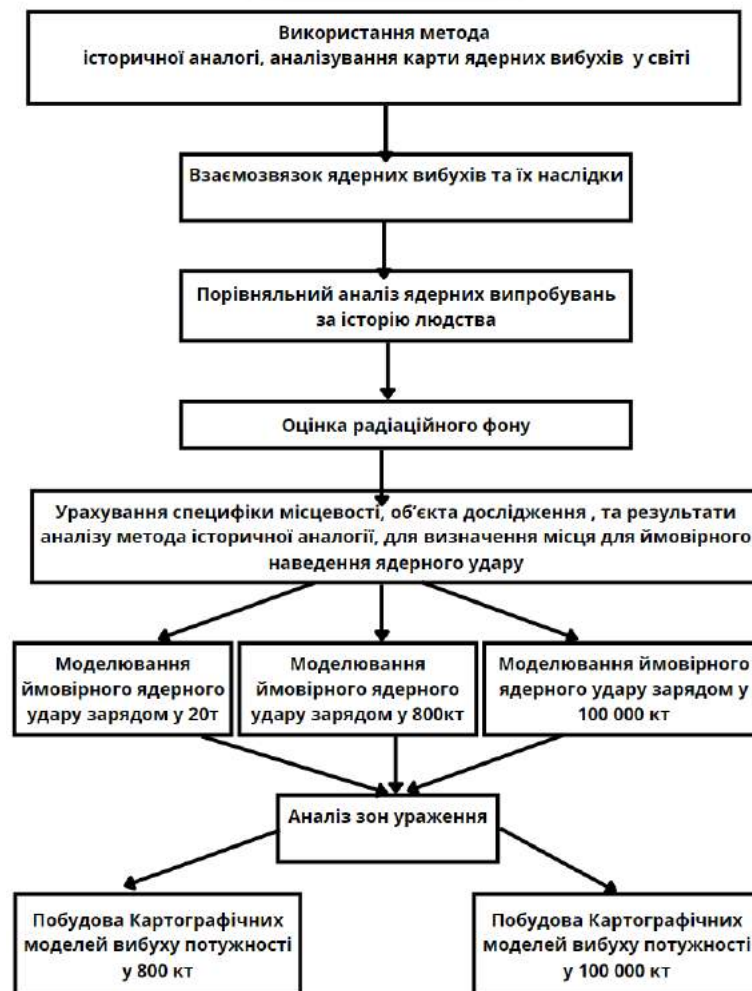


Рисунок 3.1 – Структурна схема реалізації роботи.

Об'єктом дослідження для моделювання заряджання тактичної ядерної зброї противника обрано місто Куп'янськ Харківської області. (рис 3.2).



Рисунок 3.2 - межа Куп'янського району

Місто Куп'янськ знаходиться на відстані 116 км від Харкова на обох берегах річки Оскол у місці впадання в неї річки Куп'янка (права притока) на сході Харківської області. Вище за течією на відстані 1,5 км розташоване село Голубівка . Вище за течією річки Куп'янка примикає село Московка . До міста примикають села Кучерівка , Подоли та Радківка. Через місто проходять автомобільні дороги Т-2109 та Р-07 .

У місті розташований великий залізничний вузол Куп'янськ-Вузловий, це другий після Харкова найбільший залізничний вузол області, розташований за 40 кілометрів від кордону з РФ станції.

російські військові зайшли до Куп'янська 27 лютого 2022 року — на третій день повномасштабного вторгнення росії в Україну. російські окупанти приділяли Куп'янську-Вузловому велике стратегічне значення у здійсненні повномасштабного вторгнення в Україну. Окупувавши населений пункт з перших днів повномасштабної війни, загарбники безперервно посилювали тут

свою присутність і досить сильно обороняли його. Куп'янськ-Вузловий, так само як і Ізюм або так звану Ізюмську висоту, російські терористи використовували як одну з найбільших залізничних логістичних розв'язок для перекидання військової техніки на територію Донецької та Луганської областей.

Через шість місяців окупації, вранці 10 вересня в Куп'янськ увійшли українські війська. Місто звільнила 92 харківська бригада ЗСУ, спецназівці СБУ та спецпідрозділ "Кракен". Але, на відміну від звільнених Балаклеї, Ізюму і багатьох населених пунктів у Харківській області, які завдяки швидкості контрнаступу ВСУ відразу опинилися в тилу і нарешті почули тишу, Куп'янськ продовжує жити на лінії фронту.

Місто географічно розкидане і розділене на три частини, всі вони з'єднані шляхопроводами, які зараз підірвані. Лівий берег річки Куп'янська було звільнено 16 вересня. Українські військові форсували Оскол, навели переправи та вибили росіян. Бої за смт Куп'янськ-Вузловий, розташований трохи нижче, ще тривають. Наразі українська армія просувається вглиб, намагаючись відігнати окупантів до кордону з Луганською областю. Росіяни кілька разів намагалися контратакувати. Тут не припиняються артилерійські дуелі, а міни залітають на правий берег. Тому даний район є актуальним для виконання моделювання.

За допомогою програмного забезпечення ArcMap створили карто-схему адміністративно-територіального устрою Куп'янського району.(рисунг 3.3.).

Адміністративно-територіальній устрій Куп'янського району

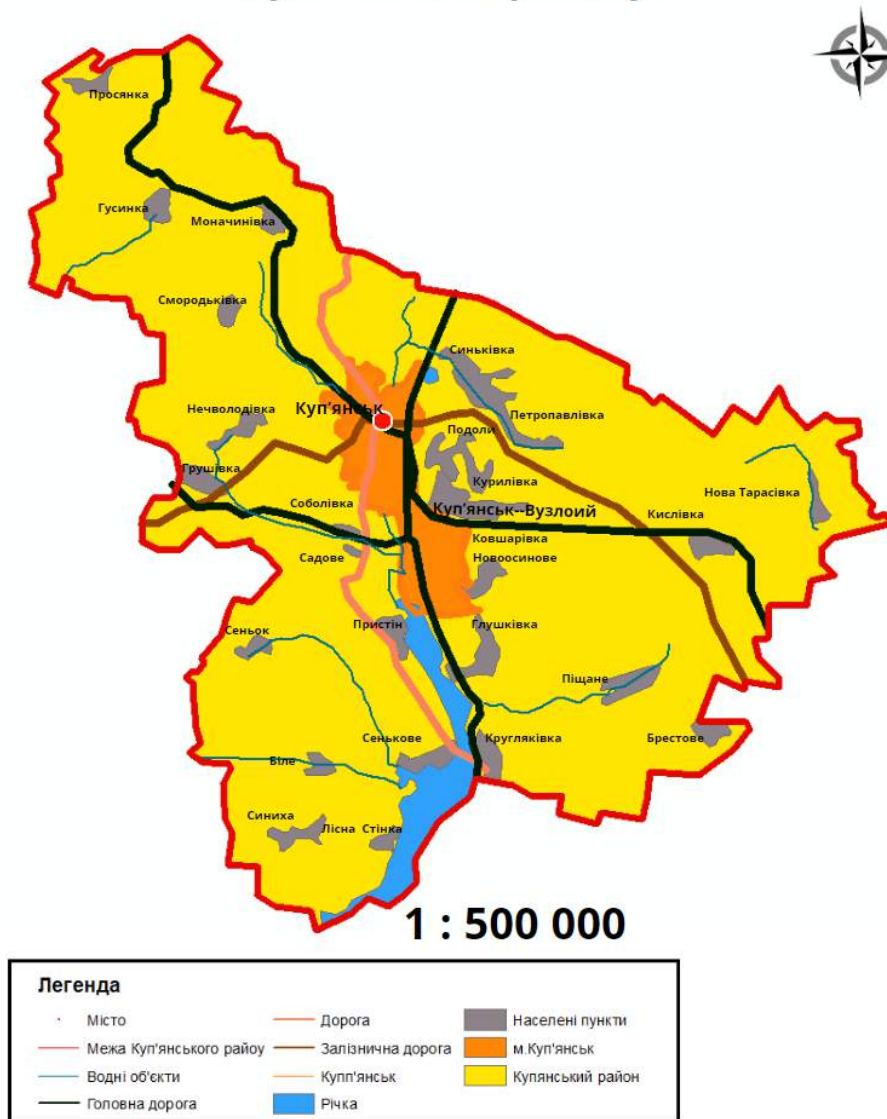


Рисунок 3.3 - Карто-схема Куп'янського району

3.2 Аналіз місцевості для наведення ймовірного удару

Для аналізу місцевості ймовірного удару було обрано космічні знімки зі супутника Sentinel-2.

Основні галузі використання даних, отриманих з КА Sentinel-2A, 2B:

- моніторинг стану сільськогосподарських культур;
- інвентаризація сільськогосподарських угідь, створення планів

землекористування, точне землеробство;

- моніторинг надзвичайних ситуацій;
- інвентаризація та оцінка стану лісів;
- широке коло завдань у галузі охорони навколишнього середовища

Sentinel-2 оснащений оптико-електронним мультиспектральним сенсором для зйомок з роздільною здатністю від 10 до 60 м у видимій, ближній інфрачервоній(VNIR) і короткохвильовій інфрачервоній (SWIR) зонах спектра, що включають в себе 13 спектральних каналів. Це гарантує відображення відмінностей в стані рослинності, в тому числі і тимчасові зміни, а також зводить до мінімуму вплив на якість зйомки атмосферних явищ.

Орбіта висотою в середньому 785 км, наявність в місії двох супутників, дозволяє проводити повторні зйомки кожні 5 днів на екваторі і кожні 2-3 дні в середніх широтах.

Збільшення ширини смуги огляду поряд з високою повторюваністю зйомок дозволяє відстежувати швидко змінювані процеси, наприклад, зміна характеру рослинності протягом вегетаційного періоду.

Унікальність місії Sentinel-2 пов'язана з поєднанням великого територіального охоплення, частих повторних зйомок, і, як наслідок, систематичним отриманням повного покриття всієї Землі мультиспектральною зйомкою з високою роздільною здатністю.

Знімки ми отримали за допомогою сайту EOS Data Analytics (рис 3.4).

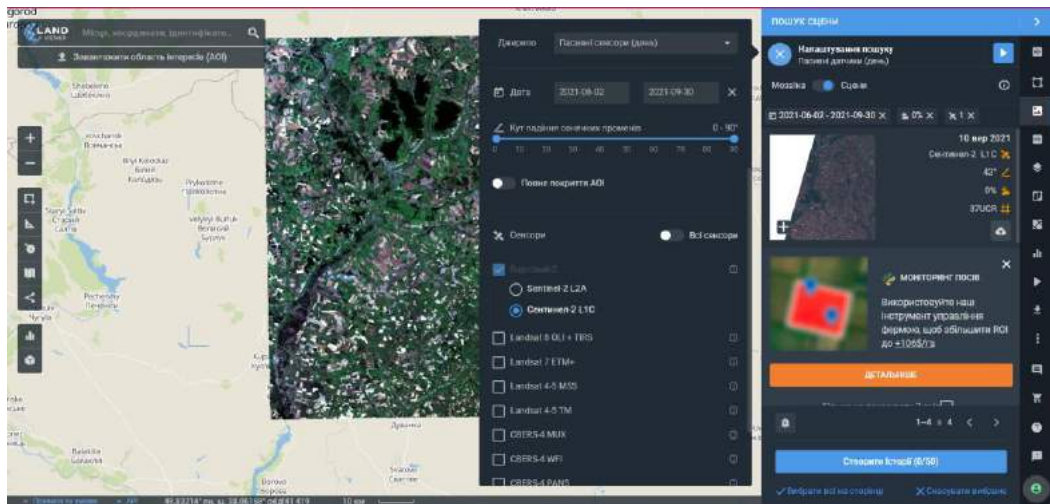


Рисунок 3.4 - Інтерфейс сайту EOS Data Analytics

EOS Data Analytics (EOSDA) — це глобальний постачальник аналітики супутникових зображень на основі штучного інтелекту, заснований д-ром Максом Поляковим, міжнародним підприємцем і філантропом, що займається космічними технологіями та ІТ. Компанія працює по всьому світу, співпрацюючи з урядовими, комерційними та науковими організаціями.

На данному сайті є можливість отримати кожного дня 10 знімків з різних супутників безкоштовно [49].

Завантажуємо космічні знімки зі супутника Sentinel-2 за період з 2021 по 2023 рік (рис 3.5, 3.6,3.7).



Рисунок 3.5 – знімок Куп'янського району 17.08.2021 рік



Рисунок 3.6 - знімок Куп'янського району 20.06.2022 рік



Рисунок 3.7 знімок Куп'янського - 11.07.2023рік

Проаналізувавши космічні знімки міста ми обрали ціль для моделювання тактичного ядерного удару. Данне місце відповідає критеріям для виконання моделювання тактичного повітряного ядерного удару. Ціль для влучання повинно гарно видно з висоти пташиного польоту, обрали місце де перетинаються дві автомобільні дороги Т-2109 та Р-07. Данне місце знаходиться неподалік центральної площі міста Куп'янськ.

Координати обраної цілі: 49°42'35.1"N 37°36'45.7"E

3.3 Моделювання ймовірного ядерного удару

Моделювання імовірного ядерного удару будемо проводити за допомогою сервісу «NukeMap».

NukeMap (ядерна мапа) — інтерактивна мапа, що використовує API Mapbox [44] та розсекречені дані про вплив ядерної зброї.

NukeMap створив Алекс Веллерштейн, історик науки з Технологічного інституту Стівенса, який вивчає історію ядерної зброї. Першу його версію випустили 2012 року, вона була задумана як частково педагогічний пристрій для ілюстрації відмінностей у розмірі ядерних бомб. У липні 2013 року було проведено велике оновлення.

Сервіс дозволяє користувачам змодельовати вибух ядерної зброї практично в будь-якій місцевості та висоті, врахувавши напрямок та силу вітру[42]. Після «детонації» показує зони ураження на мапі [43].

Інтерфейс сайту дуже зручний у використанні. Щоб скористатися інтерактивним симулятором NukeMap, треба обрати на мапі місце ймовірного вибуху ядерної бомби. Для цього можна або ввести назву міста в пошукове поле, або перетягнути маркер на карті. (рис 3.8) Таким чином можна обрати навіть конкретний район свого міста, вулицю або будинок.

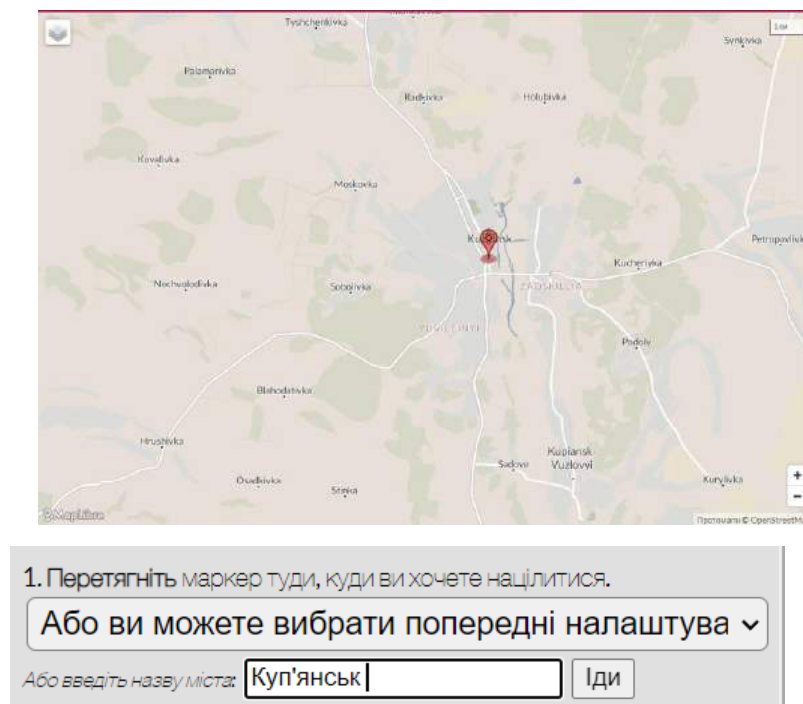


Рисунок 3.8 - Підбір місця влучання

Наступним кроком треба обрати тип зброї, а також обрати тип вибуху — повітряний чи наземний (рис 3.9).

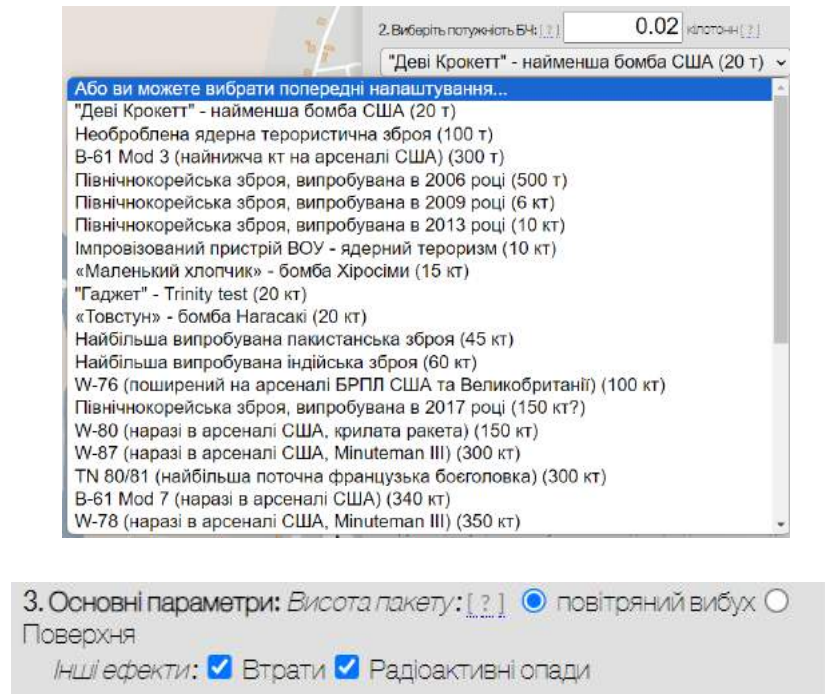


Рисунок 3.9 - Підбір потужності вибуха

NukeMap проведе розрахунки радіуса випромінювання, вогняної кулі, пошкоджень вибуховою хвилею, теплового випромінювання, радіоактивних опадів, а також наводить орієнтовну кількість людських жертв. Якщо певні показники недоступні, симулятор підказує, як краще налаштувати параметри, наприклад, змінити висоту розриву боезаряду.

Проаналізуємо ядерні удари різної потужності для порівняння зон ураження.

Для початку змодельюємо удар ядерною бомбою зарядом у 20 т, відмітемо це як повітряний вибух.

У результаті моделювання ми отримуємо (рис 3.10). Також посилання на данну модель удару [45].

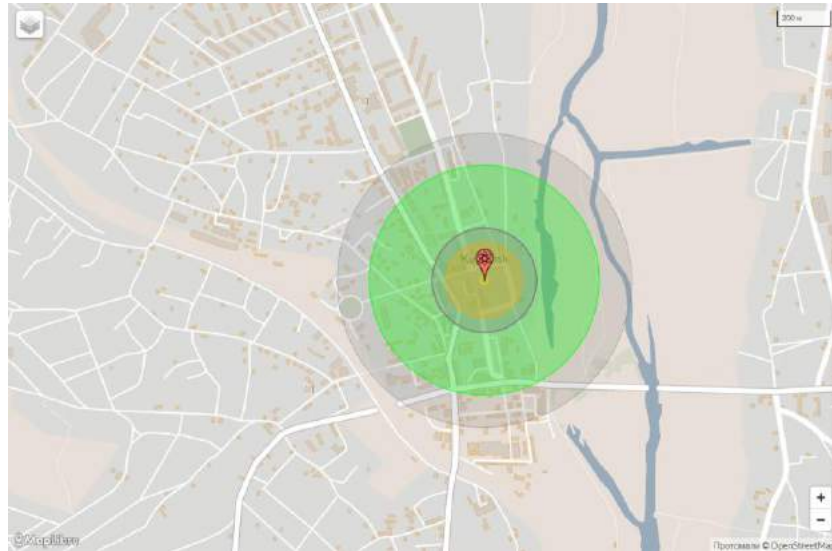


Рисунок 3.10 - Моделювання засотосування ядерної зброї зарядом у 20т

Висота підриву становить 84,7 м. Ймовірність смертей 1100 осіб, травми отримають що найменше 730 людей.

Можемо проаналізувати радіус вогняної кулі який дорівнює 14 м. Відносність до пошкоджень на землі залежить від висоти детонації. Якщо він торкається землі, кількість радіоактивних опадів значно збільшується. Все, що знаходиться всередині вогняної кулі, ефективно випаровується. Мінімальна висота вибуху для незначних опадів буде 11,5 м .

Коло на малюнку позначене жовтим це радіус теплового випромінювання який дорівнює 139 м, люди які б знаходилися у цій зоні отрималиб опіки 3 ступеня.

Злегка фіолетовим кольором позначен радіус помірного ураження вибухом який дорівнює 191 м. При надлишковому тиску 5 фунтів на квадратний дюйм більшість житлових будинків зруйнується, травми є загальними, смертельні випадки широко поширені. Висока ймовірність того, що пожежа призведе до пошкодження комерційних і житлових приміщень, а пошкоджені таким чином будівлі піддаються високому ризику поширення вогню. Оптимальна висота розриву для максимізації цього ефекту становить 84,8 м.

Зеленим позначено радіус випромінювання який буде на 419 м 500 доза іонізуючого випромінювання 500 rem можливий летальний результат приблизно через 1 місяць у 15% людей, які виживуть, зрештою помруть від раку в результаті впливу.

Сірий колір це це радіус ураження легким вибухом 0,54 км. При надлишковому тиску близько 1 psi можна очікувати, що скляні вікна розіб'ються. Це може спричинити багато травм серед людей, які підходять до вікна після того, як побачать спалах ядерного вибуху, який буде поширюватися швидше, ніж хвиля тиску. Оптимальна висота розриву для максимізації цього ефекту становить 127 м .

Проаналізувавши данний вибух можемо зробити висновки що 20 т тротилу це мала подужність детонації снаряду вона охопить тільки радіусь 540 м навколо цілі, але забере життя людей.

Наступним кроком з моделюємо, повітряний, удар ядерною зброєю заряд якої становить 800 кілотон це зброя під назвою «Тополь» яка на разі є у російському арсеналі (рис 3.11).

Отримуємо посилання на данну модель удару[46].

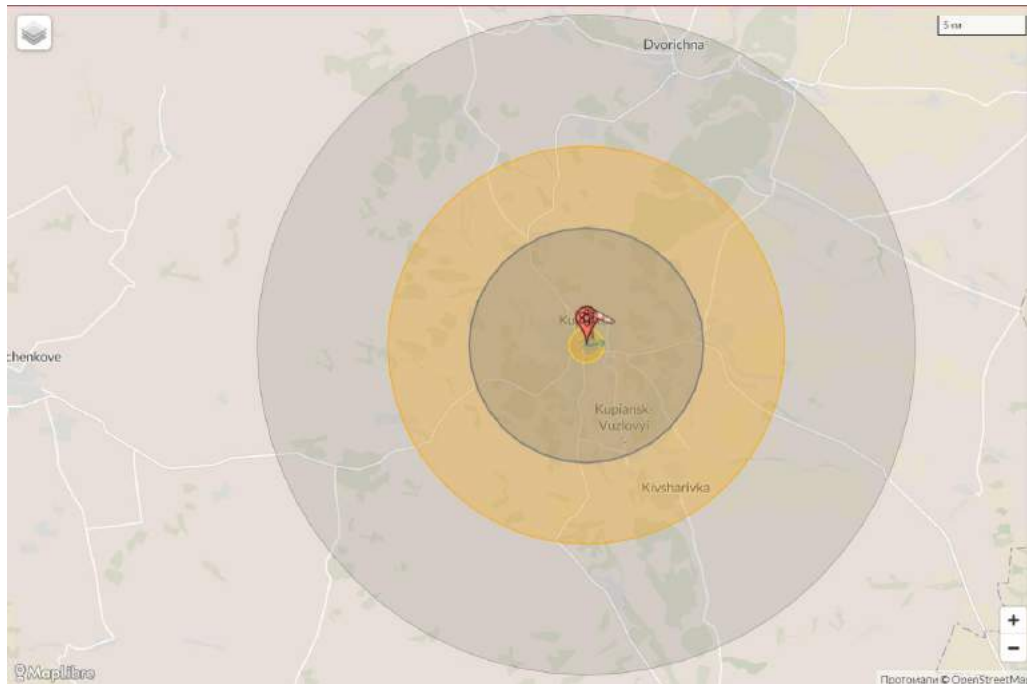


Рисунок 3.11 - Моделювання застосування ядерної зброї зарядом у 800кт

Висота підриву становить 2900м. Ймовірність смертей 35420 осіб, травми отримають що найменше 25540 людей.

Радіус вогняної кулі становить 0,97 км . Відносність до пошкоджень на землі залежить від висоти детонації. Якщо він торкається землі, кількість радіоактивних опадів значно збільшується. Все, що знаходиться всередині вогняної кулі, ефективно випаровується. Мінімальна висота вибуху для незначних опадів: 0,8 км .

Радіус помірного пошкодження вибухом дорівнює 6,53 км . При надлишковому тиску 5 фунтів на квадратний дюйм більшість житлових будинків руйнуються, травми є загальними, смертельні випадки широко поширені. Висока ймовірність того, що пожежа призведе до пошкодження комерційних і житлових приміщень, а пошкоджені таким чином будівлі піддаються високому ризику поширення вогню. Часто використовується як еталон для помірної шкоди в містах. Оптимальна висота розриву для максимізації цього ефекту становить 2900 м.

Радіус теплового випромінювання буде 11,1 км люди які знахитимуться у цій зоні отримають опіки 3-го ступеня. Опіки третього ступеня поширюються на всі шари шкіри і часто безболісні, оскільки руйнують больові нерви. Вони можуть спричинити серйозні рубці або інвалідизацію та можуть вимагати ампутації. 100% ймовірність отримання опіків 3-го ступеня при такій продуктивності становить $11,2 \text{ кал/см}^2$.

Радіус ураження легким вибухом буде 18,4 км. При надлишковому тиску близько 1 psi можна очікувати, що скляні вікна розіб'ються. Це може спричинити багато травм серед людей, які підходять до вікна після того, як побачать спалах ядерного вибуху (який поширюється швидше, ніж хвиля тиску). Часто використовується як еталон для легкої шкоди в містах. Оптимальна висота розриву для максимізації цього ефекту становить 4340 м.

Змоделюємо найпотужний удар боєприпасом заряд якого зіставляє 10000 кілотон тротилу. Оберемо Повітряний вибух моделювання зон ураження можемо побачити на (рис 3.12).

Отримуємо посилання на данну модель удару[47].

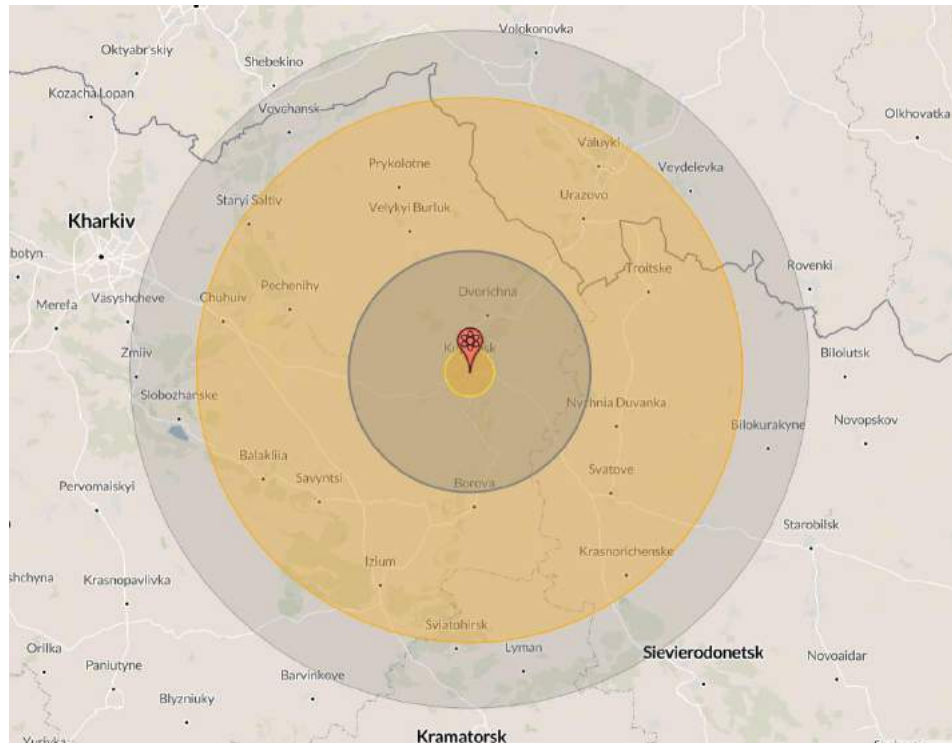


Рисунок 3.12 - Моделювання застосування ядерної зброї зарядом у 100000

КТ

Висота підриву становить 14490м. Ймовірність смертей 102 290 осіб, травми отримають що найменше 273 760 людей.

Радіус вогняної кулі становить 6,71 км Відносність до пошкоджень на землі залежить від висоти детонації. Якщо він торкається землі, кількість радіоактивних опадів значно збільшується. Все, що знаходиться всередині вогняної кулі, ефективно випаровується. Мінімальна висота вибуху для незначних радіоактивних опадів буде приблизно 5,49 км .

Радіус помірного пошкодження вибухом дорівнює 32,6 км. При надлишковому тиску 5 фунтів на квадратний дюйм більшість житлових будинків руйнуються, травми є загальними, смертельні випадки широко поширені. Висока ймовірність того, що пожежа призведе до пошкодження комерційних і житлових приміщень, а пошкоджені таким чином будівлі піддаються високому ризику

поширення вогню. Оптимальна висота розриву для максимізації цього ефекту становить 14 490 м .

Радіус теплового випромінювання буде на 73,7 км. Тобто люди які знаходитимуться у данній зоні отримають опіки третього ступеня які поширюються на всі шари шкіри і часто безболісні, оскільки руйнують больові нерви. Вони можуть спричинити серйозні рубці або інвалідизацію та можуть вимагати ампутації. 100% ймовірність отримання опіків 3-го ступеня при такій продуктивності становить 13,9 кал/см².

Радіус ураження легким вибухом буде приблизно 91,8 км. При надлишковому тиску близько 1 psi можна очікувати, що скляні вікна розіб'ються. Це може спричинити багато травм серед людей, які підходять до вікна після того, як побачать спалах ядерного вибуху (який поширюється швидше, ніж хвиля тиску). Часто використовується як еталон для легкої шкоди в містах. Оптимальна висота розриву для максимізації цього ефекту становить 21 690 м .

Моделювати втрати від ядерної атаки важко. Ці цифри слід розглядати як спонукальні, а не остаточні. Наслідки радіоактивних опадів навмисно ігноруються, тому що вони можуть залежати від того, які дії вживають люди після вибуху.

3.4 Результати моделювання можливих зон ураження

Для аналізу зон ураження у ArcMap побудували картографічні моделі зарядів різної потужності. Таким чином ми отримали картографічні модель зон ураження вибуху зарядів які становили 800 кт (рис 3.13).та 100000кт(рис 3.14).

**Картографічна модель
вибуху потужністю 800 кілотонн**

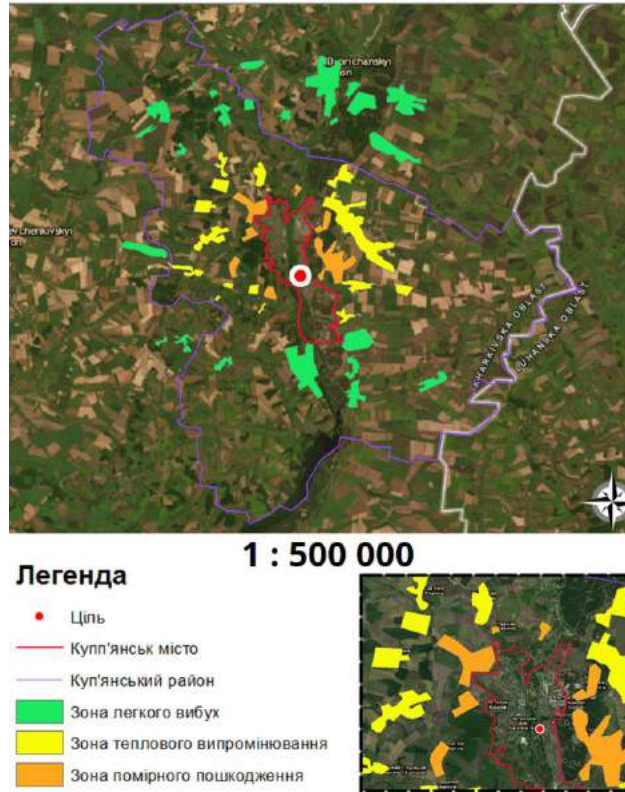


Рисунок 3.13 – Картографічна модель вибуху потужністю 800 кт

**Картографічна модель
вибуху потужністю 100 000 кілотонн**

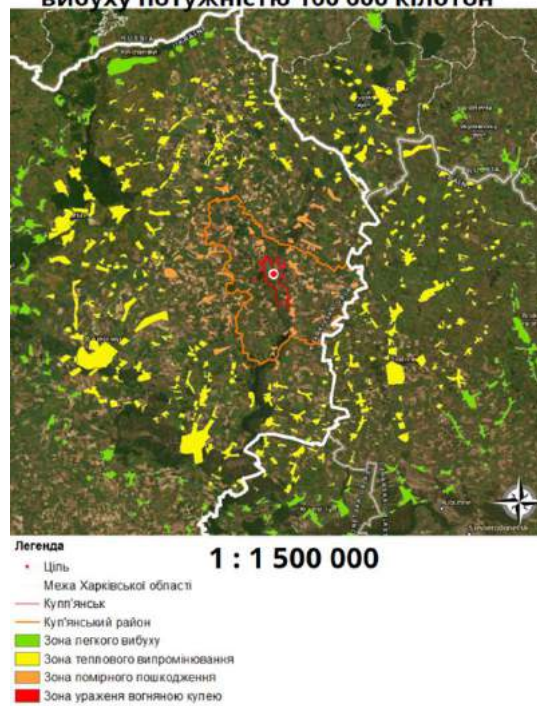


Рисунок 3.14 – Картографічна модель вибуху потужністю 10000кт

Проаналізувавши данні картографічних моделей ураження, можемо зробити приблизні висновки уражень місцевості (табл 3.1).

Таблиця 3.1 – Приблизна кількість уражених населених пунктів

Зона ураження	Приблизна кількість населених пунктів	
	800 кт	100000 кт
Вогняною кулею	1	10
Помірне пошкодження	9	129
Теплове випромінювання	20	487
Легі пошкодження	23	229

Повітряний ядерний вибух котрий ми моделювали. Він використовується тоді, коли необхідно уникнути радіоактивного зараження місцевості — наприклад, для продовження на ній бойових дій.

Світлове випромінювання. Дуже потужне саме під час детонації ядерної бомби в повітрі — зазвичай це висота 1,5–2 кілометри. Осліплює всіх і все навкруги. Це той випадок, коли «день може настати посеред ночі».

Ударна хвиля. Поширюється на більшу відстань, ніж під час наземного вибуху, але не настільки руйнівна.

Проникаюча радіація. Складається з гамма-випромінювання та потоку нейтронів. Від гамма-променів людину можуть добре захистити важкі метали. Наприклад, якщо сховатися за листом свинцю товщиною 1–2 см чи 3-сантиметрової сталі, це поглине половину гамма-випромінювання. Отже, військові, які під час вибуху перебувають у танках, добре захищені від впливу гамма-променів. Із нейтронами складніше. Ці підступні частинки не мають електричного заряду, їх не відштовхує ядро атома. Тож нейтрони проникають одразу в ядра атомів тієї ж броні чи інших речовин та цим перетворюють їх на радіоактивні ізотопи. Ця вторинна радіоактивність дуже шкідлива.

ВИСНОВКИ

В процесі виконання роботи було проведено аналіз даних методом історичної аналогії за допомогою якого змогли дослідити основні фактори ядерної зброї та оцінити її вражаючу дію прі використанні.

Було проведено моделювання для візуального дослідження ймовірного ядерного удару різним зарядом тротилу, а також проаналізовано вплив радіаційних часток на території ураження .

Отримані результати були проаналізовані і систематизовані та на результатів проведеного аналізу побудовано картографічні моделі для більш детального дослідження території ураження, яка ймовірно могла постраждати після ядерного вибуху.

Провели аналіз процесу формування зон негативного впливу уражаючих факторів ядерного вибуху тактичного ядерного боєприпасу на населення в районі вибуху і по сліду руху радіоактивної хмари та встановлено їхні кількісні характеристики. Навели розрахунків данні щодо дії повітряної ударної хвилі, потоку проникаючої радіації, променевого потоку енергії світлового імпульсу та розміри зони радіоактивного забруднення місцевості, які можуть негативно впливати на населення, житлові будівлі та споруди об'єктів критичної інфраструктури.

Масштаби радіаційного забруднення місцевості, в межах яких формуються показники радіаційного впливу на населення, можуть бути достатньо великими, все залежить від кількості заряду яким може наноситися удар, охоплювати великі території суміжних з районом застосування тактичної ядерної зброї регіонами держави. Встановлення їх кордонів можливо в режимі реального часу за даними радіаційної розвідки та радіаційного спостереження.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. The National Security Council issued instructions on how to act in the event of a nuclear attack.
2. Effects of nuclear explosions. Wikipedia.
3. A. Izhak. Nuclear blackmail of Russia: What Putin is ready for and what Ukraine needs to know. Dzerkalo Tyzhnya April 28, 2022. (Ukr)
4. M.I. Steblyuk. *Civil Defense and Civil Protection*. Textbook. 3rd ed. (Kyiv: Znannia, 2013) 487 p. (Ukr)
5. P.Ye. Trofymenko et al. *Tactical Training of Artillery Units*. Textbook (Sumy: Sumy State University, 2012) 778 p. (Ukr)
6. R.P. Turco. Recent Assessments of the Environmental Consequences of Nuclear War. In: *The Medical Implications of Nuclear War*. F. Solomon, R.Q. Marston (Eds.) (Washington: National Academies Press, 1986).
7. Report of the Defense Science Board Task Force on Nuclear Weapon Effects Test, Evaluation, and Simulation (Washington: Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, 2005) 122 p.
8. M.M. Sakun et al. *Civil Defense* (Kamyanets-Podilskyi: Medobory-2006, 2015) 480 p. (Ukr)
9. M. McKinzie et al. Calculating the Effects of a Nuclear Explosion at a European Military Base. In: Vienna Conference on the Humanitarian Impact of Nuclear Weapons, Vienna, Dec. 8 - 9, 2014 (Vienna, 2014.) 43 p.
10. D. Kundu et al. Radiological consequence assessment for hypothetical nuclear explosion scenario using HotSpot. *Progress in Nuclear Energy* 147 (2022) 104192.
11. NUKEMAP by Alex Wellerstein.
12. Reacting to a Nuclear Explosion. Educational course. LLNL-MI-845899. US Department of Energy, Lawrence Livermore National Laboratory. (Ukr)

13. O.Ye. Levchenko. *Assessment of the Radiation and Chemical Situation* (Kyiv: Chalchynska, 2014) 256 p. (Ukr)
14. O.P. Deputat, I.V. Kovalenko, I.S. Muzhyk. *Civil Defense*. Textbook. V.S. Franchuk (Ed.) 2nd ed. (Lviv: Afisha, 2001) 336 p. (Ukr)
15. H.G. Klekots, G.I. Turovska. Methodical instructions for performing practical work on the topic: "Characteristics of lesions that occur during accidents at nuclear power plants, chemical and explosive objects and during using modern weapons" (Rivne: National University of Water Management and Nature Conservation, 2011) 36 p. (Ukr)
16. I.Yu. Chernyavskiy, V.V. Marushchenko, I.M. Martyniuk. *Military Dosimetry*. Tutorial (Kharkiv: National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", 2011) 528 p. (Ukr)
17. Nuclear Weapon. Characteristics of burns from the light radiation of a nuclear explosion. (Ukr)
18. Standards "Radiation Safety Standards of Ukraine (NRBU-97)". ДГН 6.6.1.-6.5.001-98. Resolution of the Chief State Sanitary Doctor No. 62 dated 01.12.97. (Ukr)
19. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. General Safety Requirements. No. GSR Part 3 (Vienna: IAEA, 2014) 471 p.
20. Lapp R. *Atoms and People*. New York : Harper, 1956. 304 p.
21. Костенко Ю. *Історія ядерного роззброєння України*. Київ : Ярославів Вал, 2015. 464 с.
22. Jungk R. *Heller als tausend Sonnen das Schicksal der Atomforscher*. Reinbek : Rowohlt Verlag, 2020. 415 p.
23. SIPRI Yearbook 2020. Oxford : Oxford University Press, 2020. 720 p.
24. Вікіпедія. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%B7%D

- 0%B1%D1%80%D0% BE%D1%8F
25. М.І. Стеблюк. Цивільна оборона та цивільний захист: підручник. 2-ге видання, стереотипне / М.І. Стеблюк – Київ: "ЗНАННЯ», 2006.
 26. Мир Японії. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://worldjapan.livejournal.com/251271.html>
 27. Корреспондент. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://korrespondent.net/world/3549172-khyrosyma-y-nahasaky-fotohrafyyu-s-mesta-sobytyi-yzhyzn-posle-yadernoi-voiny>
 28. Нагасаки. История и современность. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.urakami.narod.ru/main/gensuikin.html>
 29. Підгорний, А. З. Міжнародна статистика : навчальний посібник [Текст] / А. З. Підгорний, О. Г. Милашко, О. П. Русєва. – Одеса : ОНЕУ, 2012. – 162 с. 7. Самотоєнкова О. В. Соціальна статистика: навчальний посібник / О. В. Самотоєнкова, Ю. О. Ольвінська. - Одеса: ОДЕУ, 2009. – 102 с.
 30. Rowberry, Ariana (27 лютого 2014). Castle Bravo: The Largest U.S. Nuclear Explosion. Brookings. Процитовано 9 січня 2020.
 31. Walker, John (June 2005). Nuclear Bomb Effects Computer Revised Edition 1962, Based on Data from The Effects of Nuclear Weapons, Revised Edition "The maximum fireball radius presented on the computer is an average between that for air and surface bursts. Thus, the fireball radius for a surface burst is 13 percent larger than that indicated and for an air burst, 13 percent smaller. ". Fourmilab. Процитовано 22 листопада 2009
 32. Blades, David M. Blades; Siracusa, Joseph M. (1 травня 2014). A History of U.S. Nuclear Testing and Its Influence on Nuclear Thought, 1945–1963. Rowman & Littlefield. с. 54. ISBN 9781442232013. Процитовано 21 січня 2020.
 33. In latest test, North Korea detonates its most powerful nuclear device yet
 34. Nuclear test conducted by North Korea, country claims; South Korea responds with drills
 35. North Korea claims successful hydrogen bomb test

36. North Korea says it successfully tested hydrogen bomb, marking sixth nuclear test since 2006
37. Kim inspects 'nuclear warhead': A picture decoded
38. N. Korea's apparent sixth nuke test estimated to have yield of 100 kilotons: lawmaker
39. North Korea nuclear test: what we know so far
40. North Korea's 3 September 2017 Nuclear Test Location and Yield. Архів оригіналу за 4 вересня 2017. Процитовано 4 вересня 2017.
41. Large nuclear test in North Korea on 3 September 2017. Архів оригіналу за 4 вересня 2017. Процитовано 4 вересня 2017.
42. Бушковська, Наталія (19 квітня 2022). Ніхто не знає, що чекає на світ після ядерної війни. Краще не перевіряти. Інтерв'ю з істориком з ядерної зброї. Українська правда. Життя. Процитовано 18 жовтня 2022.
43. Симулятор NukeMap 3D: Google Earth Sim Lets You Model Nuclear Strikes On Any Location. Huffington Post UK. 23 липня 2013. Процитовано 4 серпня 2013
44. Wellerstein, Alex (24 жовтня 2018). To give numbers: to handle the 200K map loads per month that NUKEMAP gets, Google wants to charge me >\$1000 a month. Even if I ran ads, that's not sustainable. It's crazy. Fortunately MapBox makes for a perfect alternative (esp. w/LeafLet), and has totally reasonable rates. (2/3).
45. Моделювання удару у 20 т заряду [Електронний ресурс] – Режим доступу:https://nuclearsecrecy.com/nukemap/?&kt=0.02&lat=49.7129442&lng=37.6141475&hob_psi=5&hob_ft=278&casualties=1&fallout=1&fallout_angle=98&psi=20,5,1&zm=15
46. Моделювання удару у 800 кт заряду [Електронний ресурс] – Режим доступу:https://nuclearsecrecy.com/nukemap/?&kt=800&lat=49.7129442&lng=37.6141475&hob_psi=5&hob_ft=9511&casualties=1&fallout=1&ff=50&fallout_angle=83&psi=20,5,1&zm=10

47. Моделювання удару у 100000 кт заряду [Електронний ресурс] – Режим доступу:https://nuclearsecrecy.com/nukemap/?&kt=100000&lat=49.7129628&lng=37.6146327&hob_psi=5&hob_ft=47553&ff=52&zm=8
48. Карта радіаційного фону [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://www.saveecobot.com/radiation-maps>
49. Сайт з якого були завантажені знімки [Електронний ресурс] –
<https://eos.com/uk/products/landviewer/>

ДОДАТОК Б

Презентація на тему дипломної роботи «Оцінка ймовірних негативних наслідків використання противником тактичного ядерного удару»



Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет ракетно-космічної техніки

Кафедра геоінформаційних технологій та космічного моніторингу Землі

Спеціальність 103 «Науки про Землю»

Освітньо кваліфікаційний рівень магістр

«Оцінка ймовірних негативних наслідків використання противником тактичного ядерного удару»



Виконала: студентка 2 курсу групи № 465

Коробка А. О.

Науковий керівник: д.т.н., професор,

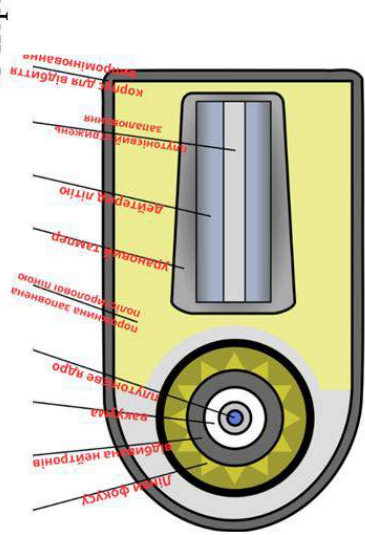
професор кафедри 407

Бутенко О. С.

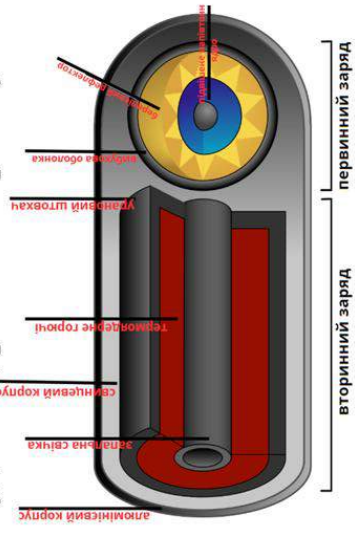
Актуальність

Ядерна або атомна бомба – це руйнівна сила яка отримує розщеплення ядра атома у результаті ланцюгової ядерної реакції.

Є першим різновидом ядерної зброї та належить до зброї масового ураження



Будова ядерного боєприпасу



Будова термоядерного боєприпасу



Наслідки ураження ядерної зброї

Центральна частина Хіросіми, Японія, вересень 1945 року. 6 серпня.

Фото: Galerie Bilderwelt/Getty Images



МЕТА, ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ

Мета досліджень дипломної роботи - попередження негативних наслідків використання противником тактичного ядерного удару за рахунок визначення найнебезпечніших зон на підставі моделювання

Об'єкт досліджень - аналіз можливих наслідків тактичного ядерного удару

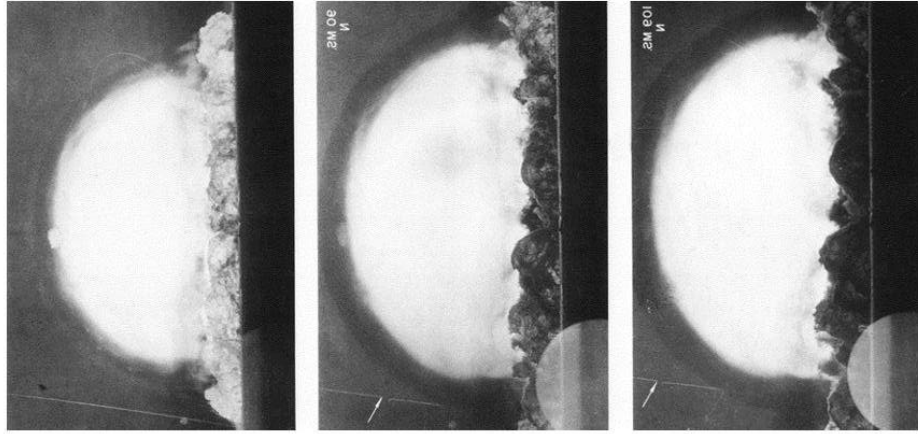
Предмет досліджень - методи оцінювання ймовірних негативних наслідків використання противником тактичного ядерного удару

Карта ядерних вибухів у світі



Інтерактивна карта, яку створила компанія Esri, данна карта показує всі 2624 ядерні вибухи, починаючи з 1945 року по 2016 ⁴

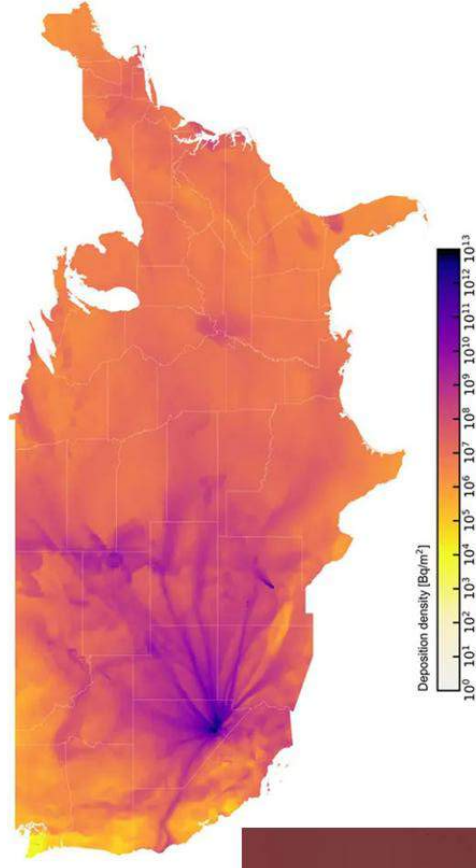
Перший ядерний вибух в історії — операція «Трініті» (16 липня 1945 року)



Збереженні данні вибуху



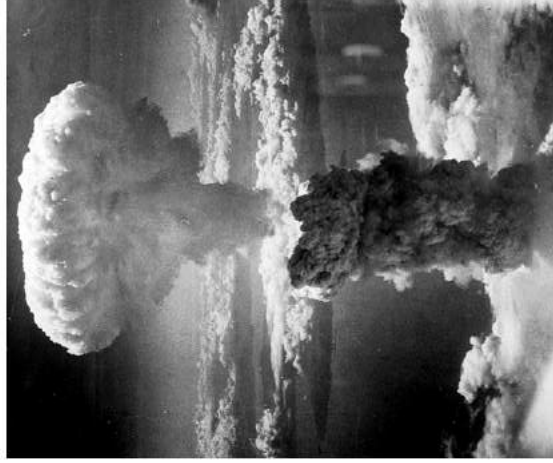
Кольорове фото грибоподібної хмари, утвореної після Трініті



Карта осадження матеріалу у результаті випробування
Ілюстрація: NYU



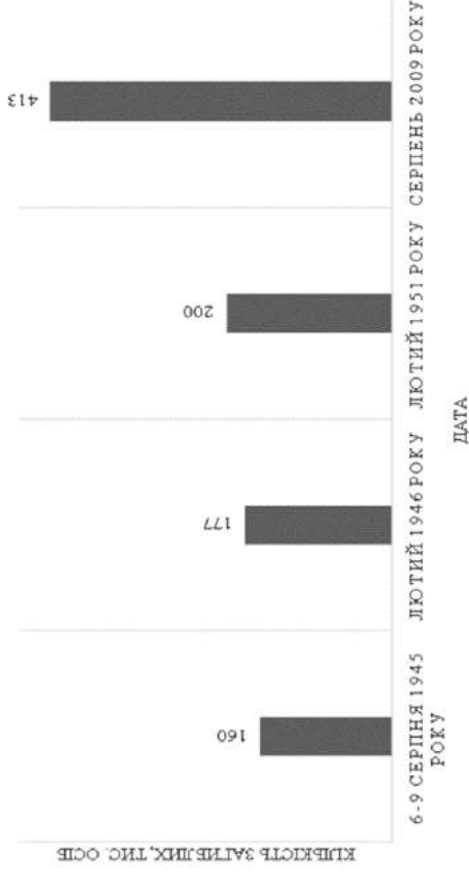
Найтрагічніші ядерні вибухи — атомне бомбардування Хіросіми та Нагасакі (6 та 9 серпня 1945 року)



Грибоподібна хмара над
Нагасакі після скинення бомби



Грибоподібна хмара над
Хіросімою після скинення бомби



Хронологія оновлення даних про кількість загиблих від дії ядерного вибуху в Хіросімі та Нагасакі



Перше випробування водневої (термоядерної) бомби — «Айві Майк» (1 листопада 1952 року)



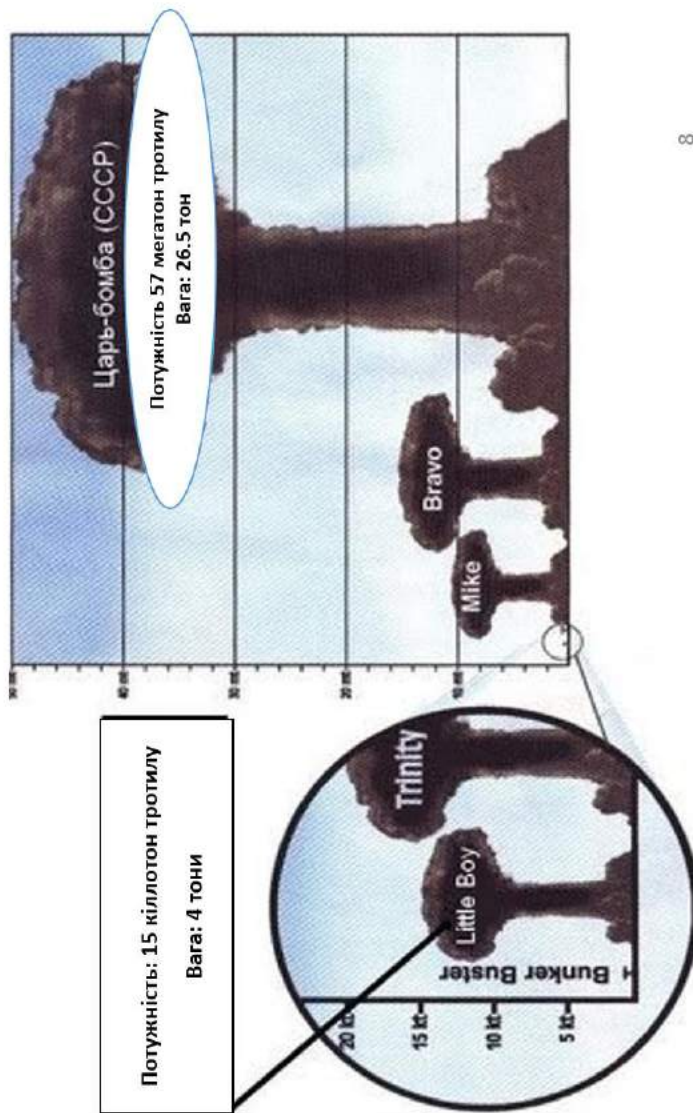
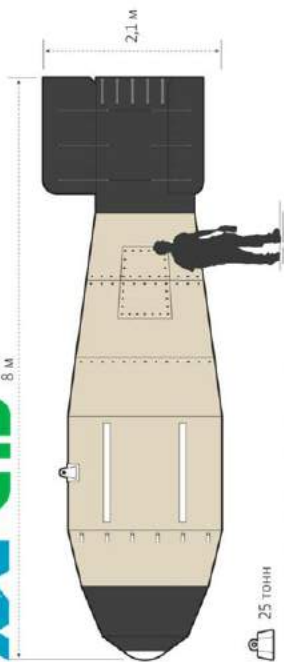
Відео надано архівом Національної лабораторії Лос-Аламоса.

Для отримання додаткової інформації про водневу бомбу: <http://atomicheritage.org/history/hyd...>

7



Найпотужніший ядерний вибух — «Цар-бомба» (30 жовтня 1961 року)



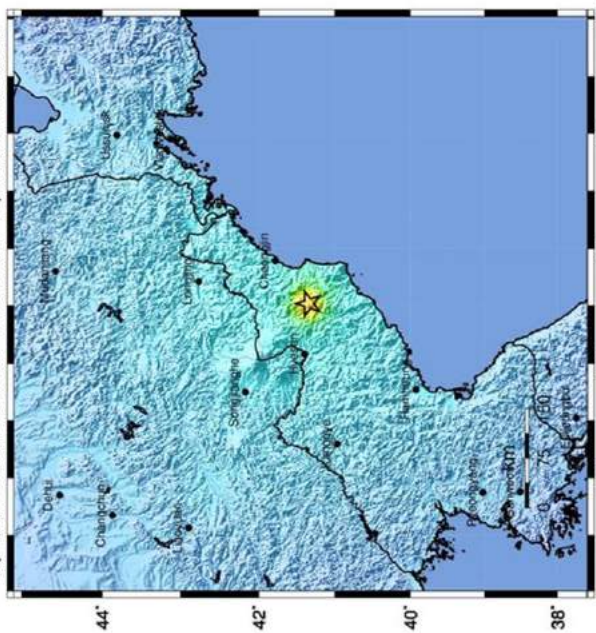
Місце скидання "цар-бомби"



Останній ядерний вибух — випробовування в КНДР (3 вересня 2017 року)

USGS ShakeMap : NORTH KOREA

Sep 3, 2017 03:30:01 UTC M 6.3 N41.34 E129.04 Depth: 0.0km ID:us2000aert



Map Version 2 Processed 2017-09-03 04:23:07 UTC

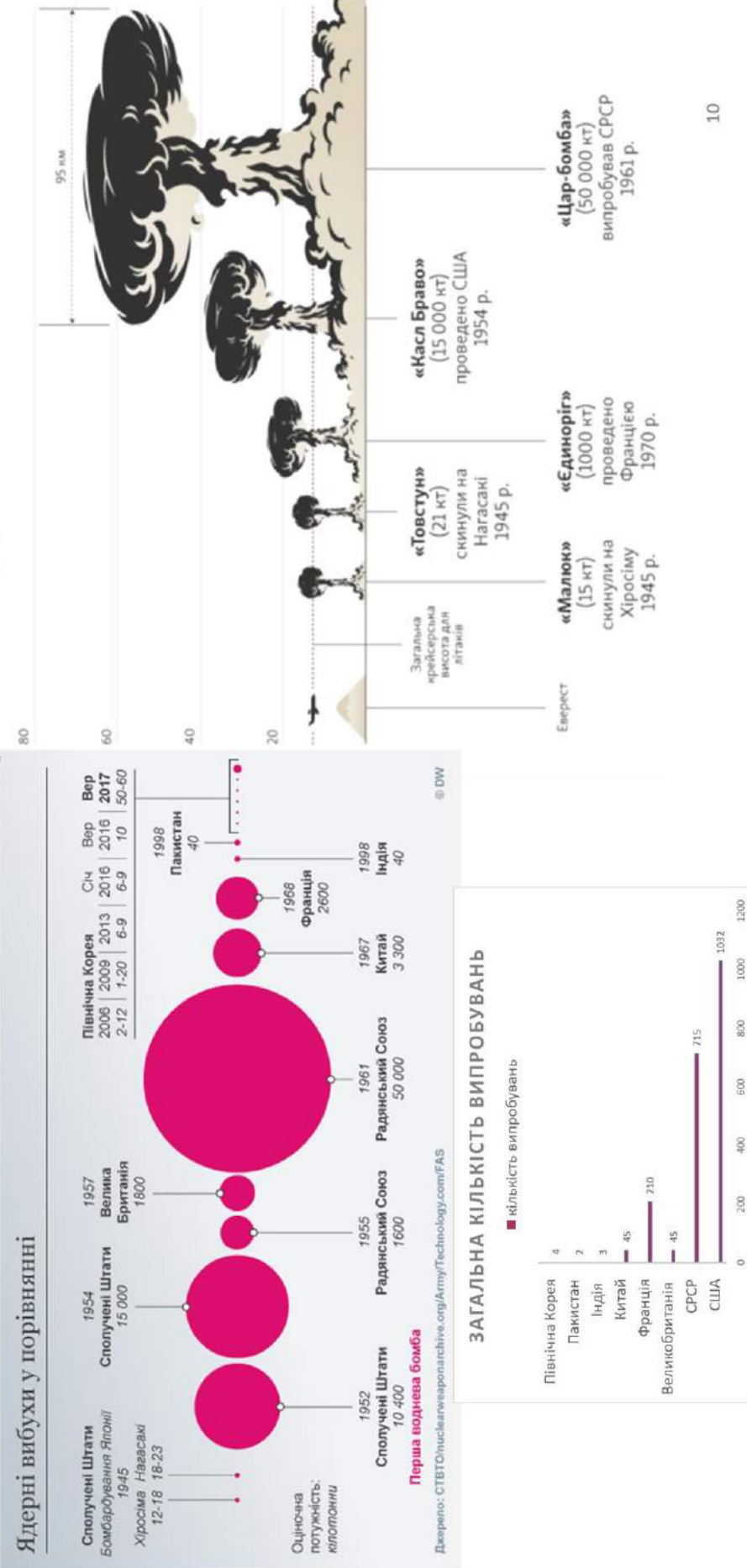
	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
PERCEIVED SHAKING "BALANCE"	none	none	Very light	Light	Moderate	Strong	Mod./Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC (m/s ²)	<0.05	0.3	2.8	6.2	12	22	40	75	>139
PEAK VEL (cm/s)	<0.02	0.1	1.4	4.7	9.6	20	41	66	>178
INTEGRATED INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X

Scale based upon Woodson et al. (2012)



Зображення Геологічної служби США, що показує місце сейсмічної активності на момент проведення випробування

Порівняльний наліз ядерних випробувань за історію людства





Держави ядерного клубу

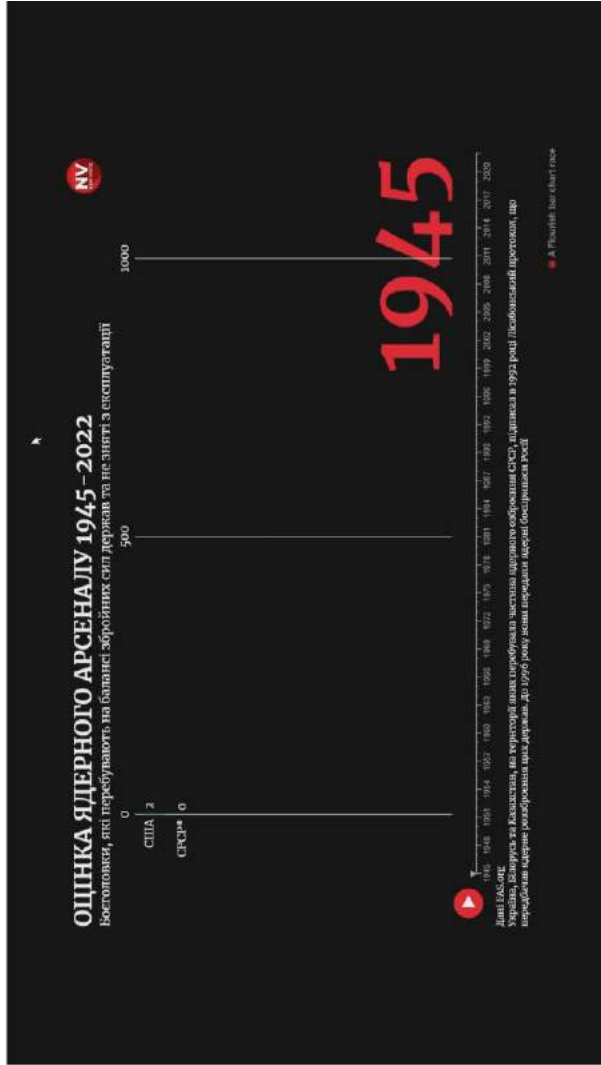
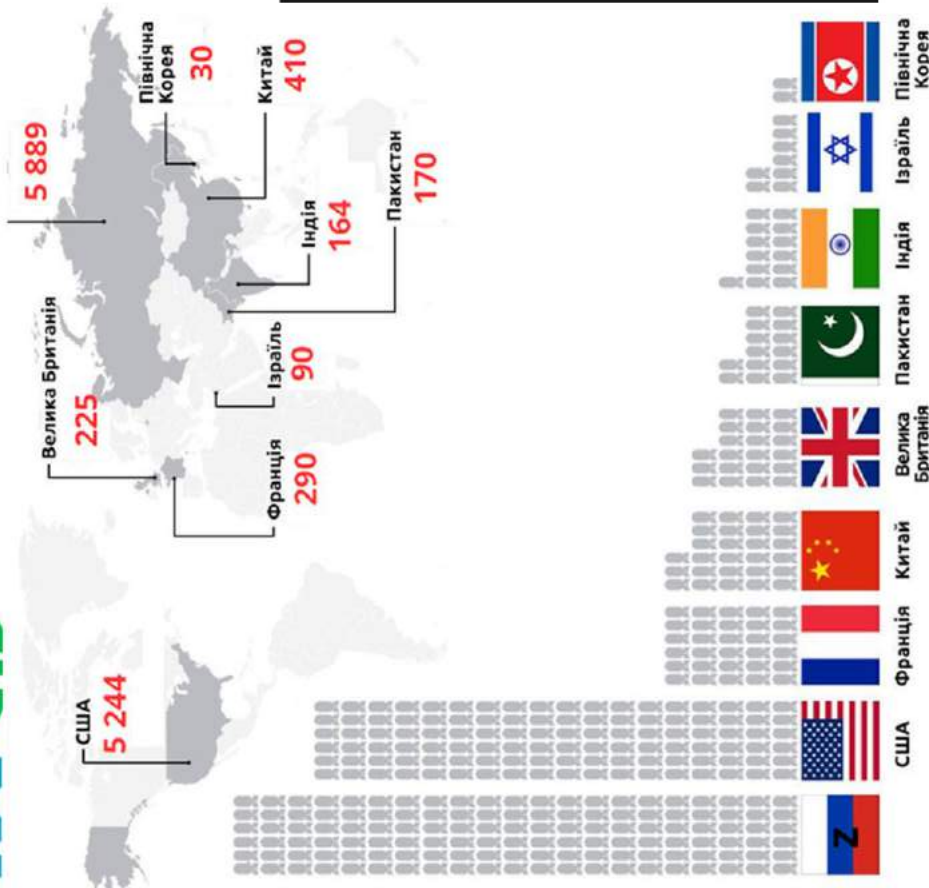
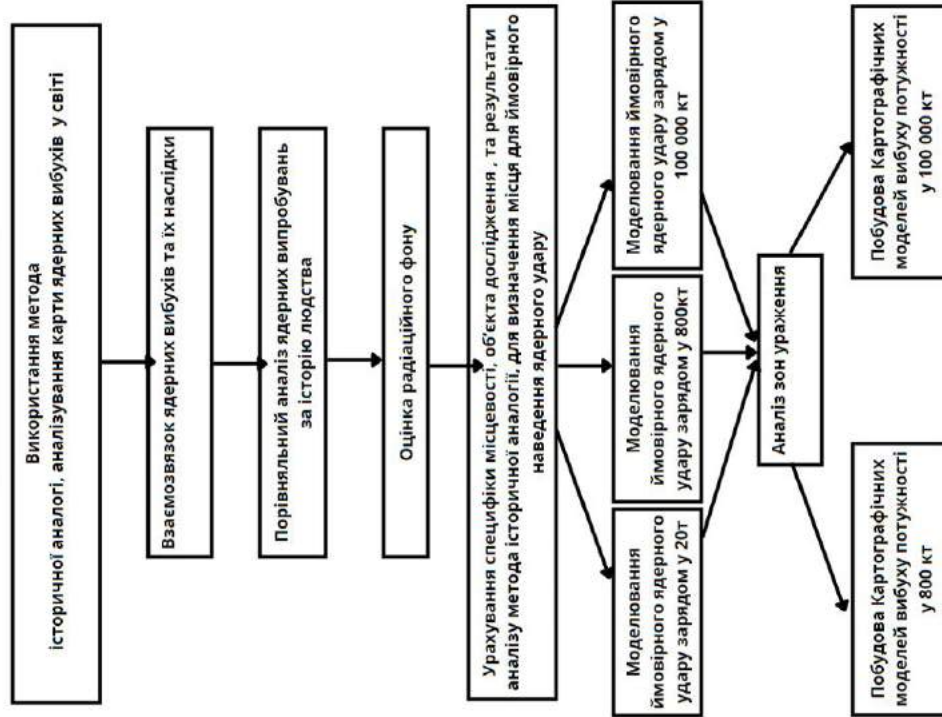
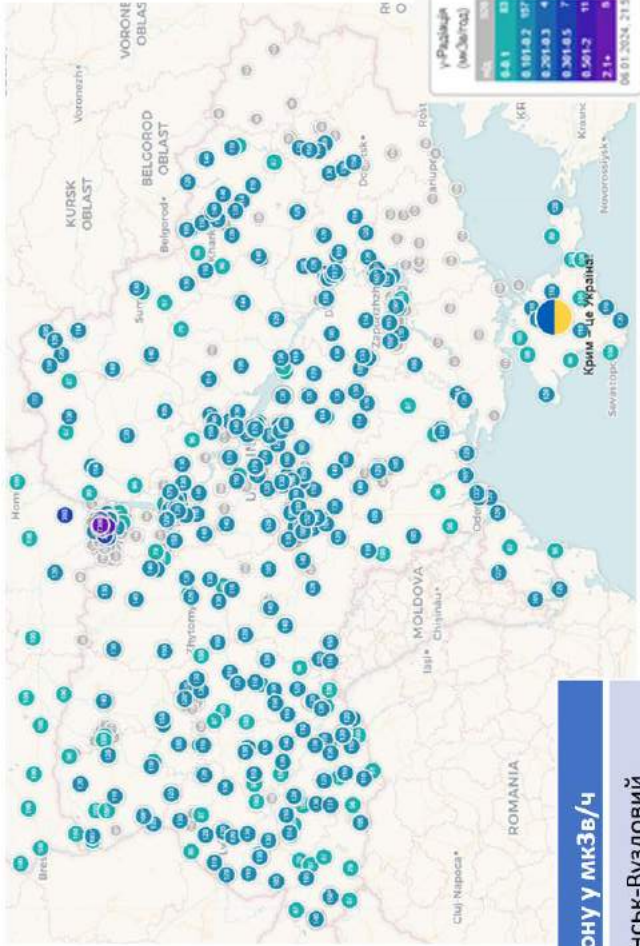


Схема реалізації роботи

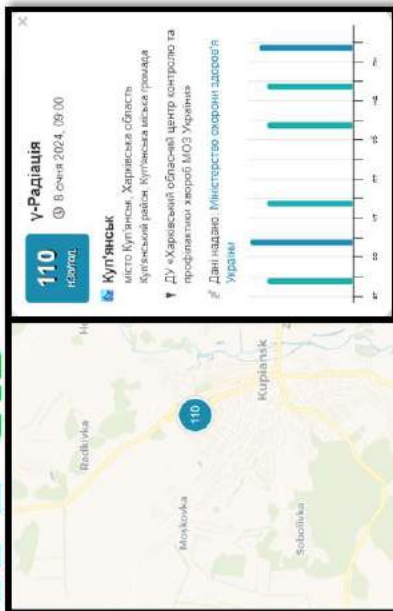




Радіаційний фон



Радіаційний фон України
Карта сайту: savesobot.com



Дні тижня		Данні радіаційного фону у мкЗв/ч	
Куп'янськ	Куп'янськ-Вузловий		
Понеділок	0.11	0.087	
Вівторок	0.1	0.096	
Середа	0.1	0.096	
Четвер	0.1	0.0105	
П'ятниця	0.11	0.096	
Субота	0.12	0.087	
Неділля	0.1	0.096	

Куп'янський район



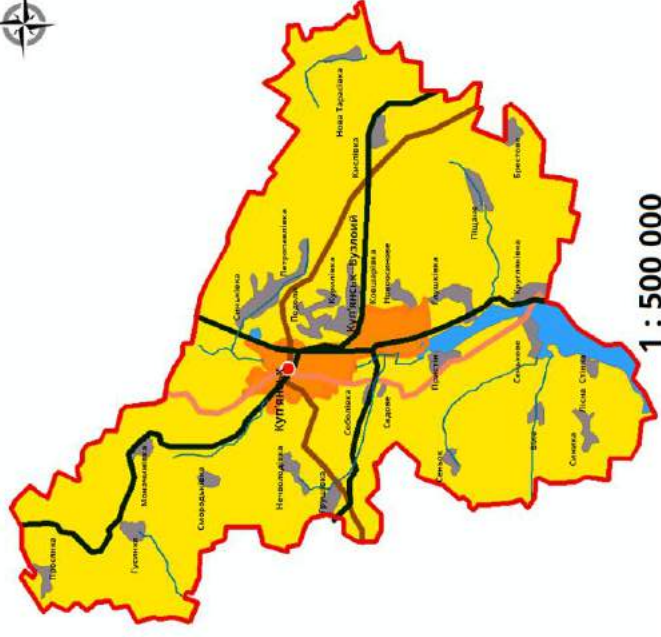
Об'єкт дослідження для моделювання

Ймовірного удару



Харківська область

Адміністративно-територіальній устрій Куп'янського району



1 : 500 000

Легенда

•	Місто	—	Дорога	■	Населені пункти
—	Межа Куп'янського району	—	Забар'яніна дорога	■	Мі Куп'янськ
—	Водні об'єкти	—	Куп'янськ	■	Куп'янський район
—	Головна дорога	—	Річка		

14



Куп'янський район



Аналіз місцевості для ймовірного наведення удару



Знімок Sentinel-2B
Літо 2021рік



Знімок Sentinel-2B
Літо 2022рік

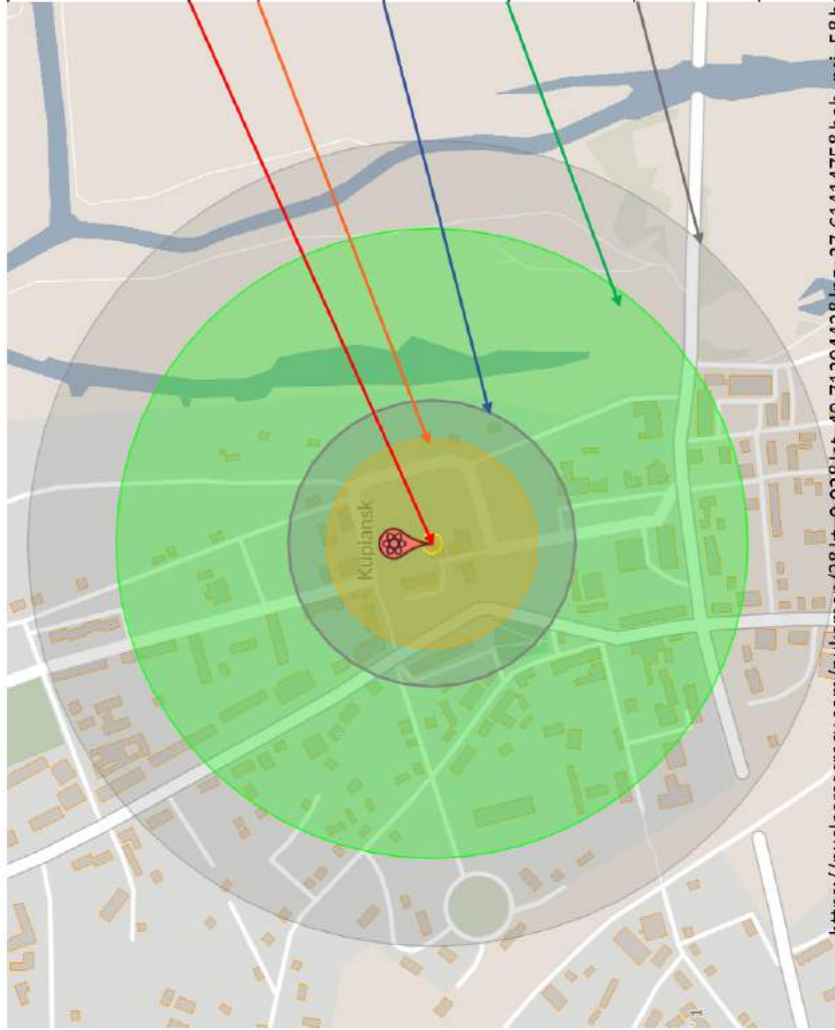


Знімок Sentinel-2B
Літо 2023рік

Проаналізувавши знімки з супутника
Sentinel-2B було обрано місце влучання
данні координати

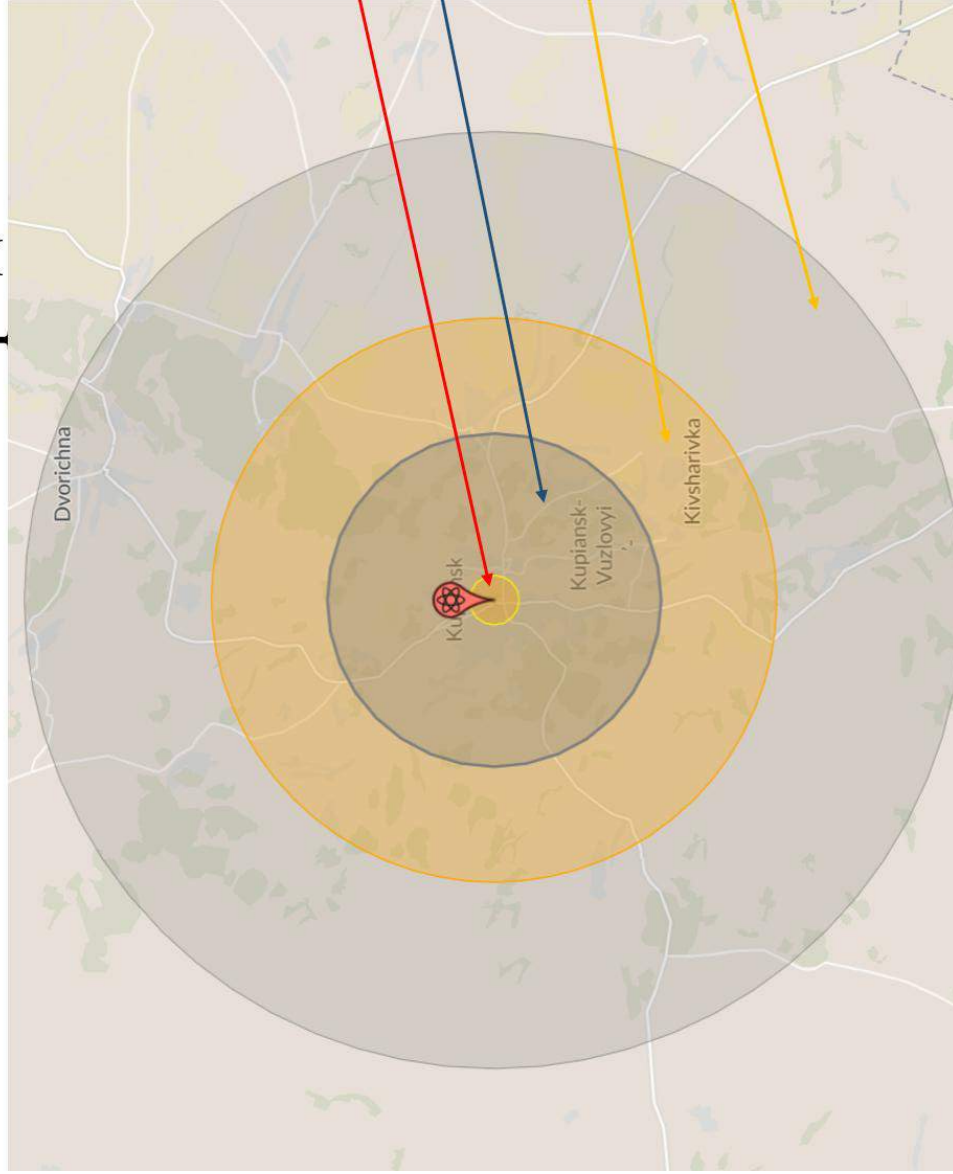
49°42'35.1"N 37°36'45.7"E

Моделювання ймовірного ядерного удару зарядом 20 т



Зони ураження	Радіус ураження
Вогняна куля	14м
Повне руйнування	139 м
Сильне руйнування	191м
Важкі пошкодження	419м
Пошкодження	540м

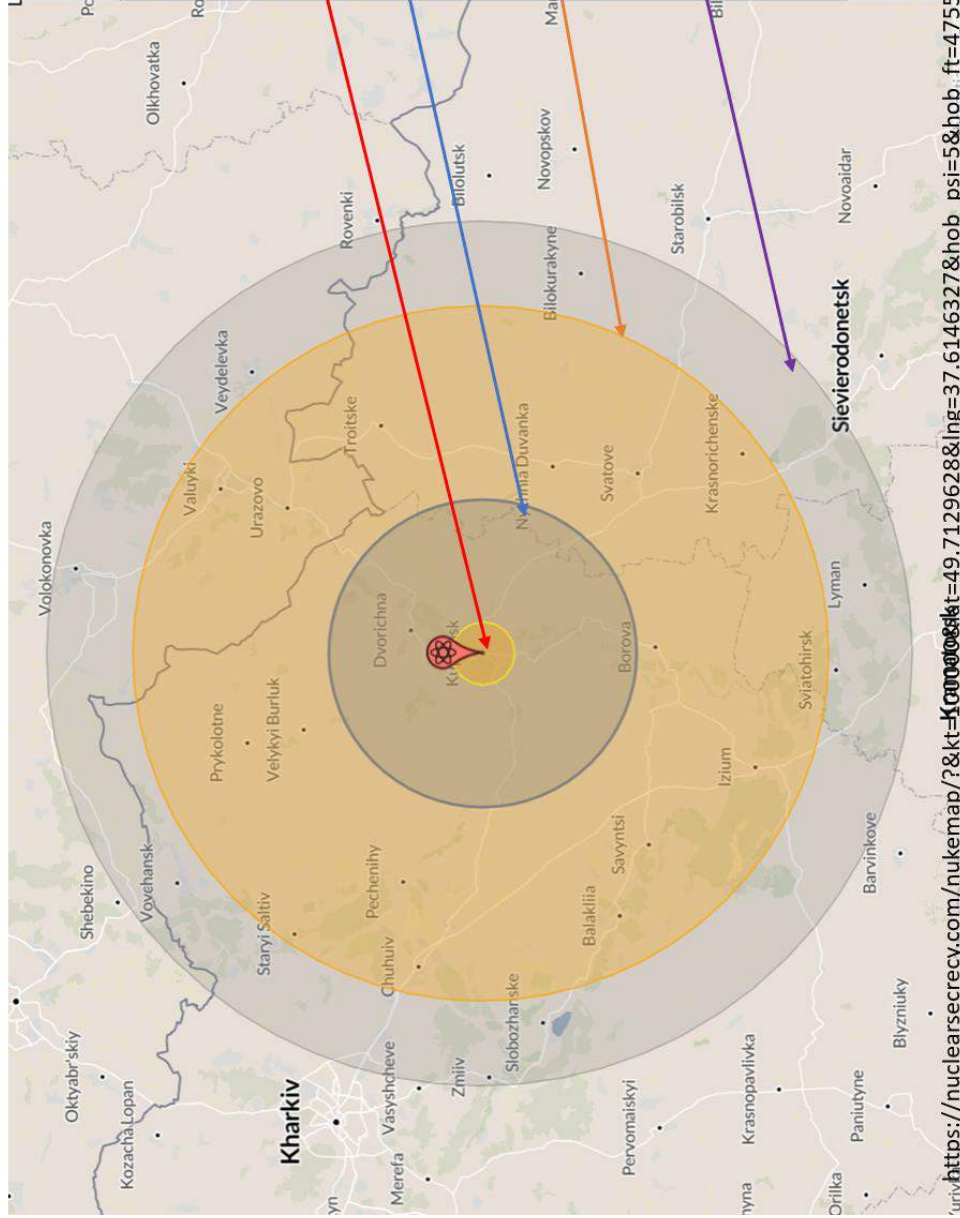
Моделювання ймовірного ядерного удару зарядом 800 кТ



Зони ураження	Радіус ураження
Вогняна куля	970 м
Повне руйнування	6 км 530 м
Сильне руйнування	11 км 100м
Важкі пошкодження	18км 400м



Моделювання ймовірного ядерного удару у 100 000кТ

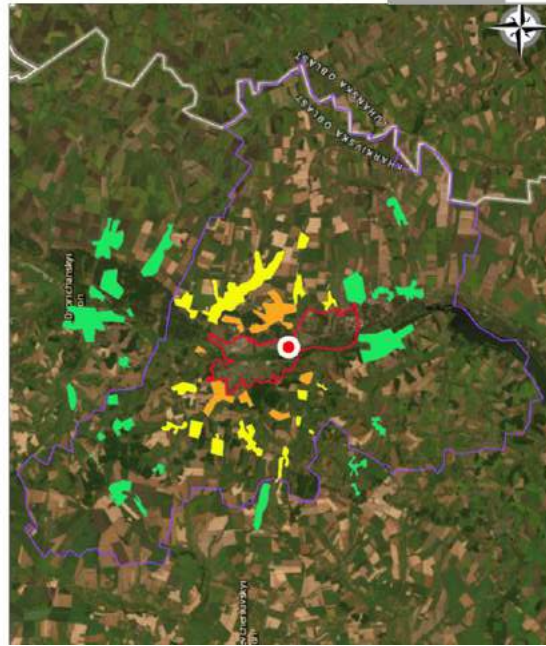


Зони ураження	Радіус ураження
Вогняна куля	6 км 710 м
Повне руйнування	32 км 600 м
Сильне руйнування	37 км 700 м
Важкі пошкодження	91 км 800 м

ураження

Картографічна модель

вибуху потужністю 800 кілотонн



1 : 500 000

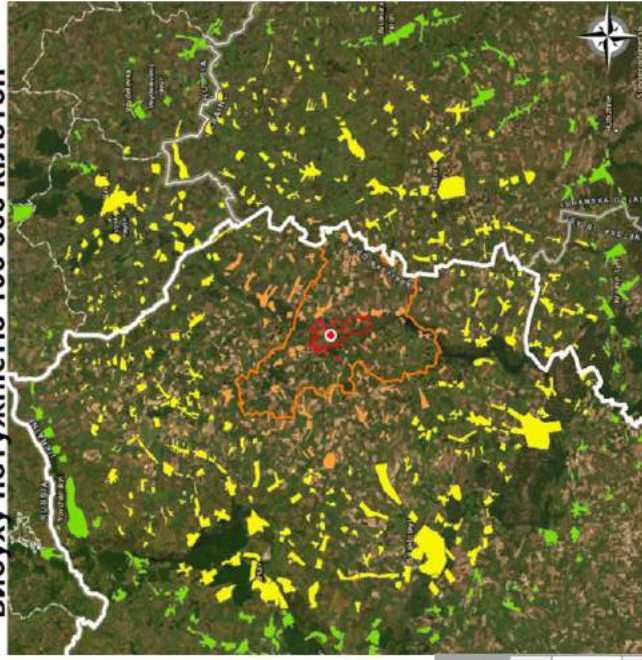
Легенда

- Ціль
- Куп'янськ місто
- Куп'янський район
- Зона легкого вибуху
- Зона теплового випромінювання
- Зона помірного пошкодження



Картографічна модель

вибуху потужністю 100 000 кілотонн



1 : 1 500 000

Легенда

- Ціль
- Межа Харківської області
- Куп'янськ
- Куп'янський район
- Зона легкого вибуху
- Зона теплового випромінювання
- Зона помірного пошкодження
- Зона ураження вогняною кулею



Висновки та результати роботи

В процесі виконання роботи було проведено аналіз даних методом історичної аналогії за допомогою якого змогли дослідити основні фактори ядерної зброї та оцінити її вражаючу дію при використанні.

Було проведено моделювання для візуального дослідження ймовірного ядерного удару різним зарядом тротилу, а також проаналізовано вплив радіаційних часток на території ураження .

Отримані результати були проаналізовані і систематизовані та на результатів проведеного аналізу побудовано картографічні моделі для більш детального дослідження території ураження, яка ймовірно могла постраждати після ядерного вибуху.

Апробації



UC 1108117 від 15.12.2023

СЕРТИФІКАТ УЧАСНИКА КОНФЕРЕНЦІЇ

КОРОБКА АНАСТАСІЯ ОЛЕГІВНА

ВЗЯВ(-ЛА) УЧАСТЬ У IV ВСЕУКРАЇНСЬКІЙ СТУДЕНТСЬКІЙ НАУКОВІЙ КОНФЕРЕНЦІЇ
НАУКОВИЙ ПРОСТІР: АНАЛІЗ, СУЧАСНИЙ
СТАН, ТRENДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

15 ГРУДНЯ 2023 РІК • М. ІВАНО-ФРАНКІВСЬК, УКРАЇНА

В рамках участі було опубліковано тези доповіді учасника



ДИРЕКТОР МОЛОДІЖНОЇ НАУКОВОЇ ЛІГИ
ГОЛОВА ОРГКОМІТЕТУ КОНФЕРЕНЦІЇ
ІГОР КОРЕНЮК

