

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 проекту (роботи)
(тип кваліфікаційної роботи)

_____магістр

(освітній ступінь)

на тему «Використання методів ГІС аналізу для оцінки ймовірних негативних наслідків у випадку використання “брудної бомби” на території України»

ХАІ.407.462м.22О193.9793982 ПЗ

Виконав: студент б курсу групи № 462М

Спеціальність 193 Геодезія та землеустрій
(код та найменування)

Освітня програма Геоінформаційні системи та технології

(найменування)

_____Памірова О. В.

(прізвище та ініціали студента (ки))

Керівник: . _____Бутенко О. С.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____Висоцька Н.Ю.

(прізвище та ініціали)

Харків – 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ім. М.С. ЖУКОВСЬКОГО
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет ракетно-космічної техніки

Кафедра геоінформаційних технологій та космічного моніторингу Землі

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Напрямок підготовки 193 Геодезія та землеустрій
(назва і шифр)

Освітня програма Геоінформаційні системи та технології
(найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, голова
циклової комісії

к.т.н. Горелик С.І.

“ ” _____ 2022 року

З А В Д А Н Н Я

НА ВИПУСКНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Памірова Олена Володимирівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема випускної роботи на тему “Використання методів ГІС аналізу для оцінки ймовірних негативних наслідків у випадку використання “брудної бомби” на території України”

Керівник випускної роботи Бутенко Ольга Станіславівна, д. т. н, професор

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “1546-уч” від 03 листопада 2022 року

2. Строк подання студентом випускної роботи 15.12.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи: характеристика вибухового пристрою, дані супутникових знімків.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв'язати)
Провести аналіз предмету та об'єкту досліджень; розробка методики роботи огляд існуючих методів для вирішення завдань; аналіз програмного забезпечення; застосування програмного забезпечення; аналіз і визначення ймовірних негативних наслідків; висновки.

5. Перелік графічного матеріалу

Структурна схема методики. Матеріали інженерно-геодезичних зйомок. Знімки з супутників.

6. Консультанти розділів випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основна частина	Бутенко О. С.	31.10.2022	15.12.2022
	<i>Доктор технічних наук, Професор</i>		

Нормоконтроль _____

(підпис)

Красовська І.Г.

(ініціали та прізвище)

«15» грудня 2022 р.

7. Дата видачі завдання _____ 31.10.2022

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної роботи	Строк виконання етапів випускної роботи	Примітка
1	Аналіз поточної загрози	01.11 – 07.11.2022 р.	
2	Визначення сучасних технологій ГІС для проектування використання зброї	08.11 – 12.11.2022 р.	
3	Аналіз оточуючих комунікацій в м.Києві	13.11 – 20.11.2022 р.	
4	Робота з програмним забезпеченням, проектування наслідків	21.11 – 02.12.2022 р.	
5	Написання пояснювальної записки	03.12 – 15.12.2022 р.	

Студент _____

(підпис)

Памірова О.В.

(ініціали та прізвище)

Керівник проекту _____

(підпис)

Бутенко О.С.

(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 89 сторінок, 2 таблиць, 40 рисунків, 2 додатки, 17 джерел, 11 слайдів презентації.

Мета дипломної роботи – аналіз та візуалізація зруйнованої інфраструктури. Фіксування нанесеної шкоди, прогнозування розповсюдження радіації на території Києва та всієї країни.

Об'єкт дослідження – аналіз можливих наслідків підриву «брудної бомби»

Предмет дослідження – методи ГІС - аналізу для оцінки ймовірних негативних наслідків у випадку використання “брудної бомби”

**СУЧАСНІ ГЕОДЕЗИЧНІ МЕТОДИ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ,
СУПУТНИКОВІ ЗНІМКИ, ТОПОГРАФІЧНИЙ ПЛАН, АНАЛІЗ
РУЙНУВАНЬ**

REVIEW

Calculation and explanatory note for the course work: 89 pages, 2 tables, 40 drawings, 17 references to the literature used, 2 applications, 11 presentation slides.

The purpose of the research – analysis and visualization of destroyed infrastructure. Fixing the damage caused, forecasting the spread of radiation on the territory of Kyiv and the whole country.

The object of research – analysis of the possible consequences of detonating a "dirty bomb"

The subject of the thesis – GIS - analysis methods for assessing the likely negative consequences in the case of using a "dirty bomb"

MODERN GEODESIC METHODS, SOFTWARE, SATELLITE IMAGES,
TOPOGRAPHIC PLAN, DESTRUCTION ANALYSIS

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 ЯДЕРНА ЗБРОЯ ЯК НАЙБІЛЬША НЕБЕЗПЕКА ЛЮДСТВА.....	9
1.1 Історія створення та розвитку зброї масового ураження.....	9
1.2 Призначення, засоби доставки. Тротиловий еквівал.....	11
1.3 Види вибухів.....	16
1.4 Роззброєння миру та світові домовленості	20
РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДІОЛОГІЧНОЇ ЗБРОЇ ТА ПРИНЦИПИ ЇХ ВПЛИВУ НА ПЛАНЕТУ.....	23
2.1 Потенційна можливість застосування	23
2.2 Випробування елементів радіологічної зброї та її поширення	25
2.3 Застосування радіологічної зброї у бойових діях	27
2.4 Радіаційний тероризм – «брудна бомба».....	28
2.5 Можливі наслідки радіаційного теракту.....	31
2.6 Радіоактивний спадок на території України.....	32
РОЗДІЛ 3 ПРОГНОЗ НАСЛІДКІВ ВИБУХУ БРУДНОЇ БОМБИ ТА ЇХ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ	43
3.1 Аналіз території виконаних робіт	43
3.2 Дані про дату підризу бомби.....	49
3.3 Вводні дані про вибуховий пристрій	50
3.4 Оцінка прилеглих територій.....	52
3.5 Проектування карти розповсюдження вибуху.....	62
3.6 Як діяти у разі застосування "брудної бомби"	74
ВИСНОВКИ.....	76
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	77
ДОДАТОК А Плакат з теми «Використання методів ГІС аналізу для оцінки ймовірних негативних наслідків у випадку використання “брудної бомби” на території України»	
ДОДАТОК Б Презентація «Використання методів ГІС аналізу для оцінки ймовірних негативних наслідків у випадку використання “брудної бомби” на території України»	

ВСТУП

В сучасних умовах ведення бойових дій агресором на території України важливе значення має прогнозування та попередження негативних наслідків використання ворогом різноманітних видів зброї. Особлива увага приделяється погрозам агресора в використанні ядерної зброї, в тому числі "брудної бомби".

Існує думка, що матеріали для бомби можна взяти на трьох чинних АЕС, Чорнобильській, що не діє, пунктах поховання радіоактивних відходів, підприємствах хімічної та атомної промисловості.

Тому, метою роботи є аналіз та візуалізація зруйнованої інфраструктури. Фіксування нанесеної шкоди, прогнозування розповсюдження радіації на території Києва та всієї країни.

Об'єктом роботи є аналіз можливих наслідків підризу «брудної бомби»

Предметом дослідження є методи ГІС - аналізу для оцінки ймовірних негативних наслідків у випадку використання "брудної бомби"

Предмет дослідження – методи ГІС - аналізу для оцінки ймовірних негативних наслідків у випадку використання "брудної бомби"

РОЗДІЛ 1 ЯДЕРНА ЗБРОЯ ЯК НАЙБІЛЬША НЕБЕЗПЕКА ЛЮДСТВА

1.1 Історія створення та розвитку зброї масового ураження

Незважаючи на те, що хімічні засоби та димові завіси успішно використовувалися в ході бойових дій протягом кількох тисячоліть, більшість військових істориків вважають початком використання хімічної зброї в першій світовій війні 22 квітня 1915 року, коли німецькі війська застосували хлор проти французьких військ на ділянці фронту біля річки Іпр (Бельгія). Французи виявилися беззахисними перед токсичним газом. Понад 5000 солдатів загинули, близько 10000 людей зазнали поразок.

У наступних військових дії хімічна зброя набула більш широкого застосування. Поряд з іншими менш токсичними речовинами використовувалися фосген, синильна кислота, хлор та іприт. Загальні втрати воюючих сторін у першій світовій війні від хімічної зброї склали понад 1 мільйон людей, що дозволило віднести його до зброї масового ураження.

У період до Другої світової війни розвиток та вдосконалення цієї зброї в капіталістичних країнах не припинялося. У фашистській Німеччині було синтезовано нові отруйні речовини (ОВ) нервово-паралітичної дії. Не маючи кольору та запаху, ці ОВ були в 75 разів токсичнішими за іприт. Відкриття цих ВВ сталося випадково. У 1936 році в ході використання інсектицидів (хімічні речовини, що застосовуються у боротьбі зі шкідливими комахами) доктор Герхард Шрадер синтезував фосфорорганічний ефір, який став відомим та вироблявся під назвою табун. У 1938 гідру аналогічні дослідження призвели до створення значно токсичнішої речовини - зарину. Третє ОВ нервово-паралітичної дії, відоме під назвою зоман, було отримано 1944 року. Всі три ОВ смертельні для людини після дії протягом декількох хвилин.

Тільки невідворотність потужного удару у відповідь антигітлерівської коаліції і стрімкий наступ Червоної Армії в 1944-1945 рр. проти німецько-фашистських військ зірвали плани Гітлера щодо масового використання

хімічної зброї. Ретельно готувалися до хімічної та, особливо, бактеріологічної війни японські мілітаристи.

Після Другої світової війни центром розробки хімічної зброї стали США. У 60-х роках арсенал хімічної зброї США поповнився новими ВВ: Ві-Екс, Бі-Зед, Сі-Ес. США використовували хімічну зброю під час війни у Кореї (1950–1952 рр.). У ширших масштабах армія США застосовувала хімічні засоби поразки у війні у В'єтнамі (1961–1972 рр.).

Біологічна зброя виникла також у першу світову війну. Саме тоді для вирішення військових завдань Німеччина зробила першу спробу застосування збудників інфекційних хвороб у значних масштабах. У роки Другої світової війни таку ж спробу зробила Японія. У 1952 р. американське командування проводило над територією Кореї та Китаю практичну перевірку деяких боєприпасів та способів застосування біологічних засобів.

Незважаючи на підписання Конвенцій про заборону розробки, виробництва та накопичення запасів біологічної (1972 р.) та хімічної (1993 р.) зброї завжди слід мати на увазі, що у разі виникнення гострої ситуації в ході збройного конфлікту немає жодної гарантії, що противник не застосує хімічне або біологічну зброю для зміни співвідношення сил на свою користь.

Ядерна зброя була створена наприкінці Другої світової війни в США в результаті роботи фізиків низки країн, які емігрували з Європи до США (А. Ейнштейн, Е. Фермі, Р. Опенгеймер, Л. Сцїллард та ін.). Після першого випробувального вибуху 16 липня 1945 р. американські правлячі кола розпочали варварські бомбардування з літака В-29 японських міст Хіросіма (6 серпня 1945 р.) та Нагасакі (9 серпня 1945 р.), внаслідок яких загинуло близько 250 тис. мирних жителів. Відомо, що бойове застосування двох атомних бомб потужністю по 20 кг кожна, що зруйнували два японські міста, не було військовою необхідністю, а слугувало лише демонстрацією могутності нового виду зброї та мало політичний характер. Розраховуючи на тривале монопольне володіння ядерною зброєю, США вирішили його використати для політичного

шантажу передусім Радянського Союзу, перегляду у своїх інтересах підсумків Другої світової війни.

У 1949 р. російські вчені на чолі з І.В.Курчатовим успішно вирішили завдання, створивши та випробувавши атомну бомбу. У 1953 р. в СРСР (роком раніше, ніж у США) була випробувана перша у світі термоядерна бомба великої потужності. Було ліквідовано монополію США на ядерну зброю. Більше того, в 1952 році до країн, які вже володіють ядерною зброєю, приєдналася Англія, в 1960 р. – Франція та у 1964 р. – Китай. 1974 р. підземний ядерний вибух здійснила Індія. У 1979р. випробувальний ядерний вибух у Південній Атлантиці проведено спільно ПАР та Ізраїлем. Активно тривають роботи зі створення ядерної зброї у Пакистані.

1.2 Призначення, засоби доставки. Тротиловий еквівал

Ядерною зброєю навивається зброя, яка вражає дію якої обумовлена енергією, що звільняється при ядерному вибуху.

Джерелом енергії ядерного вибуху є процеси, які у ядрах атомів хімічних елементів. При різних перетвореннях ядер - розподіл важких ядер на дві частини (уламки) або з'єднанні легких ядер - протягом дуже малого проміжку часу звільняється величезна кількість енергії, званої ядерної енергією. Так, при розподілі всіх ядер атомів, що знаходяться в 1 г урану-235, звільняється така ж кількість енергії, як при вибуху заряду тротилу масою 20т.

Майже вся маса атома хімічного елемента зосереджена у його ядрі. Маса ядра визначається кількістю нуклонів (протонів та нейтронів). Легкі ядра - ядра хімічних елементів з меншим числом нуклонів (розташовані у верхній частині періодичної системи Д.І. Менделєєва), важкі - ядра хімічних елементів з більшим числом нуклонів (розташовані в нижній частині періодичної системи). Між нуклонами діють особливі сили - ядерні. Внаслідок величезного перевищення сил тяжіння над силами відштовхування ядра більшу частину хімічних елементів надзвичайно міцні. Міцність ядер характеризується

енергією зв'язку. За своєю величиною енергія зв'язку дорівнює тій роботі, яку необхідно витратити, щоб розщепити ядро на його нуклони. Така сама кількість енергії звільняється при утворенні ядра з нуклонів.

Залежно від типу ядерного заряду і характеру вибухових реакцій, що відбуваються, розрізняють два основні види ядерних боєприпасів:

- атомні (ядерні)
- термоядерні.

В атомних боєприпасах енергія вибуху утворюється внаслідок ланцюгової реакції поділу важких ядер атомів речовини заряду - ядерної вибухової речовини (ЯВВ). Як ядерний заряд в атомних боєприпасах використовуються плутоній-239, уран-235 і уран-233. Розподіл атомних ядер радіоактивних хімічних елементів може відбуватися спонтанно або при впливі на них різних елементарних частинок.

У ядерних боєприпасах ядра атомів речовини заряду діляться за допомогою нейтронів, які порівняно легко проникають у ядро атомів, і, оскільки вони нейтральні, їм не доводиться долати електричні сили відштовхування.

При певній масі заряду (більше його критичного значення) протікає ланцюгова ядерна реакція поділу атомних ядер на мільйонні частки секунди, що супроводжується виділенням величезної кількості енергії.

Критична маса - це така кількість ядерної речовини, що перебуває в певних умовах, в якій протікає реакція розподілу атомних ядер, що самопідтримується, - процес розподілу йде з постійною швидкістю. Критична маса залежить від виду речовини, що ділиться, її чистоти і щільності, а також форми заряду.

Критична маса урану-233 та плутонію-239 при нормальній щільності та чистоті 93,5% становить близько 17 кг, а урану-235 – 48 кг. При збільшенні домішок в речовині, що ділиться, його критична маса зростає. Критична маса зменшується обернено пропорційно квадрату щільності речовини, що ділиться.

Основними частинами ядерного боєприпасу є: ядерний зарядний пристрій (ядерний заряд), блок підриву із запобіжниками та системами живлення та корпус боєприпасу.

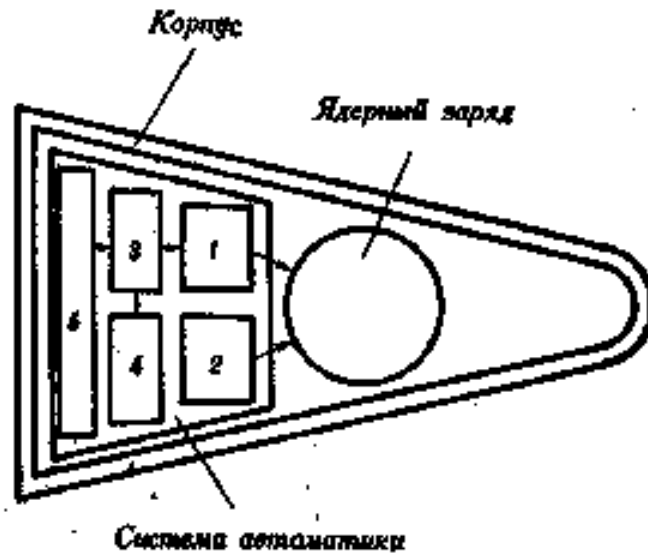


Рис. 1.5. Схема устрою ядерного боєприпасу:

1 — система захорони та виведення; 2 — система аварійного подрыва; 3 — система подрыва заряду; 4 — джерело живлення; 5 — система датчиків подрыва

Рисунок 1.1 – Схема будови ядерного боєприпасу

Існують два способи здійснення ядерного вибуху. Перший полягає в тому, що до вибуху ядерна речовина заряду в боєприпасі розділена на окремі частини (шматки), кожна з яких має масу менше критичної і, отже, немає умов для протікання ядерної реакції. Для вибуху необхідно швидко з'єднати окремі частини заряду в один шматок, розміри та маса якого більше критичної.

Для з'єднання двох шматків заряду можна використовувати постріл однієї частини заряду в іншу частину, закріплену в протилежному кінці міцного металевго циліндра, що нагадує гарматний стовбур. Реакція розподілу ініціюється від спеціального джерела нейтронів. Такі заряди називають зарядами "гарматного" типу.

Другий спосіб передбачає сильне обтиснення підкритичної маси ядерної речовини, що підвищує щільність речовини заряду і переводить систему в надкритичний стан, так як критична маса пропорційна назад квадрату щільності речовини.

Необхідне для цього обтиск можна отримати за допомогою вибуху звичайної вибухової речовини, що оточує з усіх боків сферичний ядерний заряд, в якому розвивається ланцюгова реакція поділу. Такі заряди називають імплізівними.

Потужність ядерного боєприпасу характеризується його тротиловим еквівалентом, тобто. масою тритилового заряду (у тоннах чи тисячах тонн - кілотоннах), енергія вибуху якого дорівнює енергії, що виділяється під час вибуху ядерного заряду.

Залежно від потужності ядерні боєприпаси прийнято ділити на п'ять діапазонів, надмалий – до 1 кт, малий – від 1 до 10 кт, середній – понад 10 до 100 кт, великий – понад 100 кт до 1 млн т та надвеликий – понад 1 млн. т .

Основу ядерного боєприпасу становить ядерний заряд, який залежно від характеру реакцій, що відбуваються в них, ділиться на такі види:

- ядерний (атомний) боєприпас розподілу, енергія вивільняється при реакції розподілу;
- термоядерний боєприпас - "розподіл-синтез", енергія вивільняється при реакції розподілу та синтезу;
- комбіновані заряди типу "поділ-синтез-поділ" - енергія вивільняється у три стадії.

Останнім часом на озброєння прийнято так званий нейтронний заряд – це термоядерний заряд надмалої чи малої потужності. Він є малогабаритним ядерним зарядом гарматного або імплізівного типів, в якому міститься суміш дейторію і тритію. При спрацьовуванні нейтронного заряду реакції розподілу бере участь лише кілька грамів плутонію-239. Їх виявляється достатньо для

ініціювання термоядерної реакції синтезу дейтерію та тритію. Тому при вибуху нейтронного заряду основна частина енергії виділяється при реакції синтезу у вигляді потужного потоку надшвидких нейтронів, а енергія, що залишилася, припадає і утворення ударної хвилі і світлового випромінювання, виявляється недостатньою.

Ядерна зброя включає різні боєприпаси (бойові частини ракет і торпед, авіаційні та глибинні бомби, артилерійські снаряди та міни), споряджені ядерними зарядними пристроями, засоби керування ними та доставки їх до мети (носії).

Схема (на рис. 1.2) відображає 2624 ядерні вибухи з 1945 року до теперішнього часу. Карта містить усі відомі ядерні вибухи, включаючи невійськове застосування ядерних пристроїв.



Рисунок 1.2 – Інтерактивна карта ядерних вибухів світу

1.3. Види вибухів

Залежно від завдань, які вирішуються при застосуванні ядерної зброї, виду та місцезнаходження об'єктів ядерних ударів, характеру майбутніх дій військ та інших умов ядерні вибухи можуть здійснюватися у повітрі на різній висоті, біля землі (води) та під землею (під водою). Відповідно до цього, а також за характером фізичних процесів, що супроводжують вибух і залежать від середовища, в якому він вироблений, ядерні вибухи поділяються на такі види: висотний, повітряний, наземний, надводний, підземний та підводний. Точка на поверхні землі (води) над (під) якої зроблено вибух, називається епіцентром вибуху.

Повітряним ядерним вибухом називається вибух, вироблений на такій висоті, при якій область, що світиться, стосується поверхні землі, але не вище 10 км.

Повітряні вибухи поділяються на низькі та високі. Низькими повітряними вибухами називаються вибухи" зроблені на висоті:

$$H = (3,5-10) \sqrt[3]{q} \text{ м,}$$

де q - Потужність вибуху в т.ч.

Високими повітряними вибухами називаються вибухи, зроблені на висоті:

$$H = (10-15) \sqrt[3]{q} \text{ м,}$$

де q де потужність вибуху т., розрахункова наведена висота $H=12 \text{ м}/t^{1/3}$.

При повітряних ядерних вибухах основними вражаючими факторами є; ударна хвиля; світлове випромінювання та проникаюча радіація. Радіоактивне зараження місцевості мало і не становить серйозної небезпеки.

Високий повітряний вибух призначений для завдання ураження живої силі, розташованої на території відкрито або в мало-міцних укриттях і пошкодження більшості видів техніки та озброєння. Характерними ознаками ВВЯВ є наявність розриву між пиловим стовпом та хмарою вибуху.

Низький повітряний вибух призначається для завдання поразки живій силі, яка знаходиться в міцних укриттях, у важких і середніх танках і для пошкодження техніки та озброєння. Характерною ознакою НЯВ є з'єднання пилового стовпа з хмарою вибуху у процесі формування.

Наземним ядерним вибухом називається вибух лежить на поверхні землі (контактний) чи повітря на такій висоті, коли він світиться область стосується поверхні землі, тобто. коли наведена висота

$$H=3,5 \text{ м/}t^{1/3}.$$

Характерною ознакою НЯВ є те, що потужний стовп пилу з моменту його утворення з'єднаний з хмарою вибуху. Основними вражаючими чинниками наземного вибуху є ударна хвиля, світлове випромінювання, проникаюча радіація, сильне радіоактивне зараження місцевості, а також сейсмовибухові хвилі в ґрунті та електромагнітний імпульс. Наземні вибухи застосовуються для ураження об'єктів, що складаються із споруд великої міцності; особового складу, що знаходиться в укриттях та міцних зразків озброєння та техніки, а також для створення зон руйнування, затоплення, завалів та пожеж.

Підземним ядерним вибухом називається вибух, який виробляється нижче поверхні землі. Він здійснюється у спеціально підготовлених колодязях та штольнях. Підземні вибухи можуть бути з викидом та без викиду ґрунту (камуфлентні).

Характерною зовнішньою ознакою підземного ядерного вибуху є викид великої кількості ґрунту з утворенням радіоактивної хмари, пилового стовпа і базисної хвилі. також повітряна ударна хвиля і проникаюча радіація, але більш слабкі, ніж при наземному вибуху.

Надводний ядерний вибух має зовнішню схожість із наземним ядерним вибухом, супроводжується тими самими вражаючими чинниками, як і наземний вибух. Різниця полягає в тому, що грибоподібна хмара надводного вибуху складається із щільного радіоактивного туману або водяного пилу. Характерним для цього виду вибуху є утворення поверхневих хвиль.

Дія світлового випромінювання значно послаблюється внаслідок екранування великою масою водяної пари. Вихід з ладу об'єктів визначається переважно дією повітряної ударної хвилі. Радіоактивне зараження акваторії, місцевості та об'єктів відбувається внаслідок випадання радіоактивних частинок із хмари вибуху.

Підводним ядерним вибухом називається вибух, здійснений у воді на тій глибині чи іншій глибині. При такому вибуху спалах і область, що світиться, як правило, не видно. При підводному вибуху на невеликій глибині над поверхнею води піднімається порожнистий стовп води, що досягає висоти понад кілометр; у верхній частині стовпа утворюється хмара, що складається з бризок та пари води; ця хмара може досягати кілька кілометрів у діаметрі.

Через кілька секунд після вибуху водяний стовп починає руйнуватися і біля його основи утворюється хмара, яка називається базисною хвилею, яка складається з радіоактивного туману, і вона швидко поширюється на всі боки від епіцентру вибуху, одночасно піднімається вгору і відноситься вітром. Через кілька хвилин базисна хвиля змішується з хмарою султана (хмара, що хмариться, що огортає верхню частину водяного стовпа) і перетворюється на шарувато-кучову хмару, з якої випадає радіоактивний дощ. У воді утворюється ударна хвиля, що поширюється на всі боки. Висота хвилі може досягати десятків метрів.

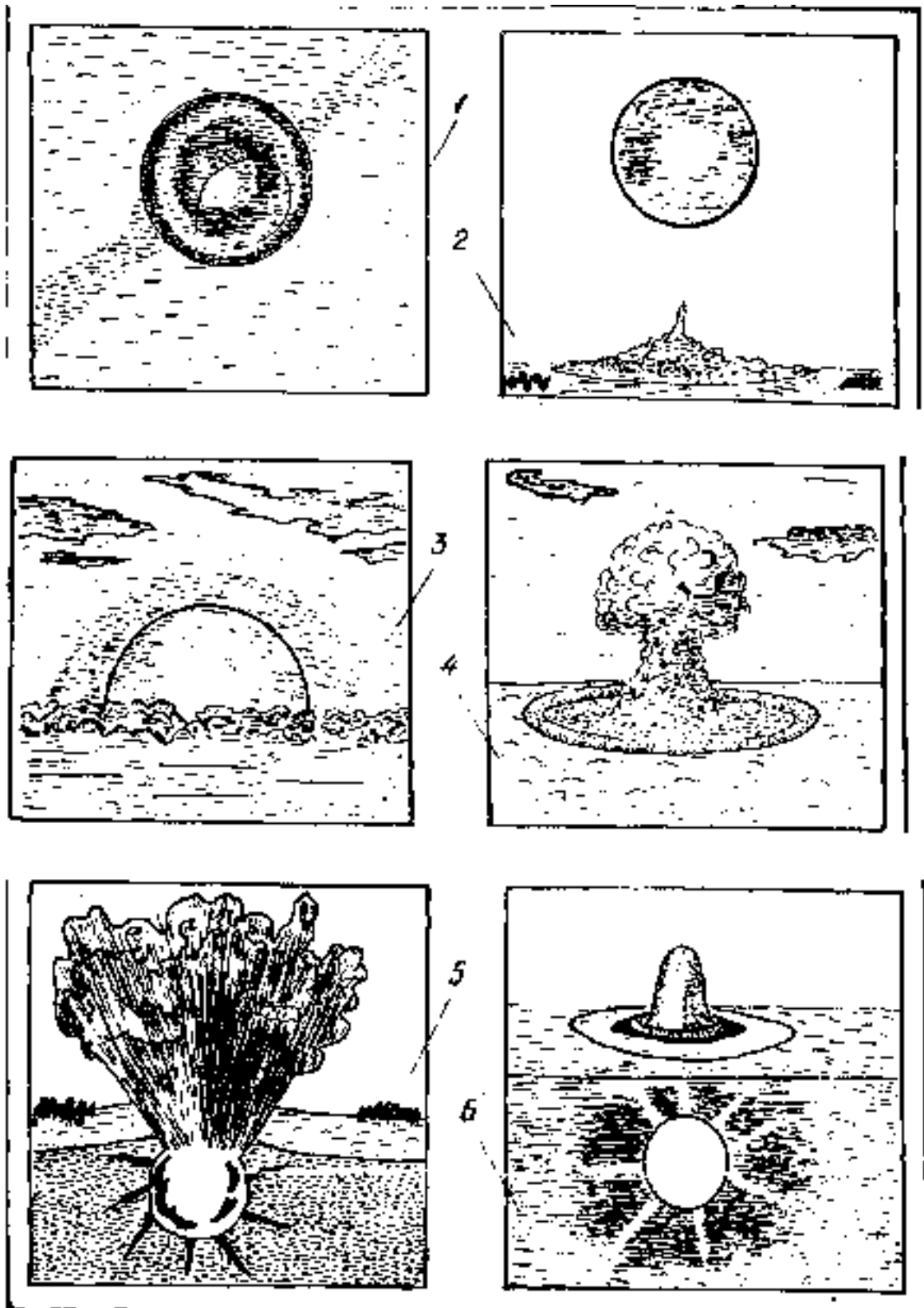


Рисунок 1.3 – Види ядерних вибухів:

- 1- висотний, 2- повітряний, 3- наземний,
4- надводний, 5- підземний, 6- підводний

Уміння розрізняти за зовнішніми ознаками ядерні вибухи має велике значення, оскільки забезпечує вжиття відповідних заходів захисту. За зовнішніми ознаками можна оцінити вид і потужність ядерного вибуху, проте визначення потужності ядерного вибуху буде лише наближеним.

1.4 Роззброєння миру та світові домовленості

Усвідомлення значущості загрози ядерної зброї для людства та цивілізації призвело до вироблення низки заходів міжнародного характеру з метою мінімізації ризику її поширення та застосування.

Договір про нерозповсюдження ядерної зброї (англ. Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons, скорочено — Non-Proliferation Treaty, NPT) — багатосторонній міжнародний акт, розроблений Комітетом з роззброєння ООН з метою встановлення міцної перешкоди ядер на шляху встановлення міцної перешкоди ядер на шляху зброєю, забезпечити необхідний міжнародний контроль за виконанням державами взятих на себе за договором зобов'язань для того, щоб обмежити можливість виникнення збройного конфлікту із застосуванням такої зброї; створити широкі можливості мирного використання атомної енергії. Схвалено Генеральною Асамблеєю ООН 12 червня 1968 року і відкрито для підписання 1 липня 1968 року в Москві, Вашингтоні та Лондоні. Ратифікований СРСР 24 листопада 1969 (Російська Федерація - правонаступник СРСР з виконання договору). Набрал чинності 5 березня 1970 після здачі на зберігання ратифікаційних грамот державами-депозитаріями (СРСР, США, Великобританія; підписали протягом 1968 року), а також 40 іншими країнами. Франція та КНР підписали договір у 1992 році. 11 травня 1995 року понад 170 країн-учасниць домовилися продовжити дію договору на невизначений термін без будь-яких додаткових умов. Учасниками договору є майже всі незалежні держави світу, за винятком Ізраїлю, Індії, Пакистану, КНДР та Південного Судану.



Рисунок 1.4 – Договір Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons

Договір про всеосяжну заборону ядерних випробувань було прийнято 50-ю сесією Генеральної Асамблеї ООН (10 вересня 1996 року) та відкрито для підписання 24 вересня 1996 року. Цей договір розширює до безумовних рамок обмежений режим заборони випробувань ядерної зброї, запроваджений Договором про заборону випробувань ядерної зброї в атмосфері, космічному просторі та під водою 1963 року.

Договір складається з преамбули, 17 статей, двох Додатків та Протоколу. Відповідно до статті I Договору:

Кожна держава-учасниця зобов'язується не здійснювати будь-який випробувальний вибух ядерної зброї та будь-який інший ядерний вибух, а також заборонити та запобігати будь-якому такому ядерному вибуху в будь-якому місці, що знаходиться під його юрисдикцією чи контролем.

Кожна держава-учасниця зобов'язується далі утримуватися від спонукання, заохочення чи будь-якої участі у проведенні будь-якого випробувального вибуху ядерної зброї та будь-якого іншого ядерного вибуху.

Радянсько-американські та російсько-американські договори. З метою обмеження нарощування озброєнь, зменшення загрози випадкового їх застосування та підтримки ядерного паритету СРСР та США виробили низку угод, оформлених у вигляді договорів:

- Договори про обмеження стратегічних озброєнь у 1972 та 1979 роках (ОСВ-I та ОСВ-II).
- Договір про обмеження систем протиракетної оборони (1972).
- Договір про ліквідацію ракет середньої та меншої дальності (1987).
- Ряд договорів про обмеження стратегічних наступальних озброєнь (СНО-I (1991) та Лісабонський протокол до нього (1992), СНО-II (1993), СНО (2002) та СНО-III (2010)).

РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДІОЛОГІЧНОЇ ЗБРОЇ ТА ПРІНЦИПИ ЇЇ ВПЛИВУ НА ПЛАНЕТУ

Найпростіший варіант радіологічної зброї – «брудна бомба», що складається з контейнера з радіоактивним ізотопом (ізотопами) та заряду вибухової речовини. При підриві заряду вибухової речовини контейнер з ізотопами руйнується і радіоактивна речовина розпорошується ударною хвилею на великій площі. Конкретне виконання бомби може бути різним в залежності від кількості та властивостей вихідного матеріалу. Одним із варіантів «брудної бомби» може бути навмисний підрив установки невійськового призначення, що використовує радіоактивні матеріали.

2.1 Потенційна можливість застосування

Радіологічна зброя ґрунтується на використанні вражаючої дії радіоактивних речовин без ядерного вибуху. Потенційна можливість його застосування оцінювалася вже під час Другої світової війни. На початкових етапах створення атомної зброї велике значення надавалося саме радіологічній зброї, заснованій на використанні радіоактивних речовин відходів ядерної промисловості, подібно до отруйних речовин. Передбачалося їх застосування для радіоактивного забруднення важливих об'єктів, промислових підприємств, транспортних вузлів та місцевості, що призвело б до неможливості користуватися ними протягом тривалого часу. У США комісія А. Комптона Національного комітету з оборонних досліджень у своєму першому звіті в травні 1941 р. розглядала можливість використання поділу ядер як радіологічної отруйної речовини для нового типу двигуна кораблів і підводних човнів. Атомна бомба в цьому звіті стояла на третьому місці.



Рисунок 2.1 – Складові брудної бомби

Ось про можливість використання радіологічної зброї писав Р. Юнг. У грудні 1942 р. серед учених-атомників у Металургійній лабораторії університету Чикаго виникли чутки про те, що Гітлер має намір здійснити свій перший повітряний наліт. Вважали, що скинуть не звичайні бомби, а розсіюватимуть у великих кількостях радіоактивний пил, щоб отруїти повітря та воду в місті. Фізики були впевнені, що якщо урановий реактор побудований у Чикаго, то такий реактор напевно вже існує десь у Німеччині. Припускали, що німці вже мали достатньо радіоактивних речовин, щоб отруїти усі великі міста супротивника.

Вища американське військове командування на основі доповідей своєї розвідки також не виключало, що війська генерала Ейзенхауера в Європі можуть зіткнутися із застосуванням нової радіоактивної зброї. У зв'язку з цим керівник атомного проекту генерал Л. Гровс підготував проект листа для Д.

Ейзенхауера і направив його генералу Д. Маршаллу 22 березня 1944 р. із запискою, в якій говорилося:

1. Радіоактивні речовини мають дуже ефективну вражаючу дію. Німці, яким відомо про їхнє існування, могли налагодити їх виробництво з метою використання як зброю. Можливо, ця зброя буде раптово застосована проти союзних військ під час їхнього вторгнення на узбережжя Західної Європи.
2. На думку більшості фахівців, ймовірність їх застосування невелика, але, якщо вони все ж таки будуть застосовані і якась військова частина зазнає їхнього впливу, що вселяє страх, може виникнути складна обстановка.

Після війни інтерес до радіологічної зброї не зменшився. Якщо спорядити ракету бойовими радіоактивними речовинами (БРВ), приготованими у вигляді маслянистого продукту легше води, і використовуватиме зараження гаваней і рейдів, навіть невелика їх кількість унеможливить перебування там. Якщо важливо вивести з ладу не так корабель, як екіпаж, доцільно використовувати кумулятивний снаряд або бомбу з БРВ. Одним попаданням такої бомби із зарядом із 10 кг звичайної вибухової речовини та 10 г радіоактивної речовини буде виведена з ладу половина екіпажу великого корабля, чого не завжди вдавалося досягти застосовуючи фугасні бомби великої потужності.

2.2 Випробування елементів радіологічної зброї та її поширення

Випробування та розробки радіологічної зброї в певний період проводилися Радянським Союзом, можливо, як спроба створити дешевий замітник справжньої ядерної зброї. Зокрема, 1953 року відбулися випробування ракет Р-2 з головними частинами, заправленими радіоактивною рідиною «Герань» та «Генератор». Заправне устаткування цих цілей розроблялося як мінімум до 1955 року. 6 грудня 1957 р. рішенням уряду СРСР

у рамках військово-технічного співробітництва ліцензія на виробництво, повний комплект документації на Р-2 та дві зібрані ракети були передані Китайській Народній Республіці, проте чи передавалася документація за радіологічними варіантами бойової частини — невідомо.

Сама Р-2 була офіційно прийнята на озброєння у 1951 році, але з бойовою частиною на основі звичайних вибухових речовин. Відкритих джерел про прийом на озброєння «Герані», «Генератора» або їх подальші модернізації станом на 2015 рік відсутні.

Після створення БРСД Р-5 за розпорядженням Радміну СРСР від 13 серпня 1955 р. та постановою РМ СРСР від 16 листопада 1955 р. було розпочато роботи під шифром «Генератор-5» з розробки спеціальної бойової частини для неї, що закінчилися трьома випробувальними пусками з 5 вересня 26 грудня 1957 року. Для спорядження БЧ ядерними матеріалами застосовувався спеціально розроблений самохідний захищений маніпулятор «об'єкт 805» масою 72 тонни.

Випробування бойових частин ракет та наливних авіаційних бомб, призначених для заправки радіоактивною рідиною, було розпочато на 71-му полігоні (Багерове, район Керчі). Як бойове спорядження передбачалося використовувати рідкі бойові радіоактивні речовини (БРВ), які були радіоактивні відходи атомної промисловості, розчинені в хімічно активних кислотах. З 2-го кварталу 1953 р. по 3-й квартал 1957 р. випробування було перенесено до Семіпалатинська.

Випробування радіологічної зброї на користь ВМФ також проводилися на Ладозькому озері, причому забруднене радіацією судно «Кіт» було посаджено на мілину 1955 року у самому озері і евакуйовано звідти лише 1991 року. Випробування радіологічної зброї в СРСР було припинено у 1958 році.

У 2010—2014 роках у рамках ізраїльського дослідницького проекту «Green Field» щодо уточнення характеру радіоактивного забруднення у разі застосування терористами «брудних бомб» за результатами двадцяти

полігонних та лабораторних випробувань було вперше доведено незначне влучення радіоактивних ізотопів за бомби.

2.3 Застосування радіологічної зброї у бойових діях

На озброєнні армій США, Росії та Великобританії в даний час складаються снаряди з елементами, що вражають, виконаними з збідненого урану-238. Уран у порівнянні зі свинцем має майже вдвічі більшу щільність, сточується шарами, а не розплющується, а також пірофорен, що збільшує його привабливість для використання в боєприпасах. У той же час уран, що використовується для виготовлення боєприпасів, хоча і на 40 % менш радіоактивний, ніж природний, проте за формальними ознаками потрапляє в категорію радіоактивних, а зброя, яка його містить, може бути за бажанням віднесена до радіологічної.

За фактами застосування вказаного виду боєприпасів під час бойових дій у Югославії, Іраку, а також у Сирії у ЗМІ неодноразово висловлювалися відповідні звинувачення. Також вказувалося, що уран дуже горючий і при попаданні уранових вражаючих елементів в ціль відбувається його згоряння або диспергування (тобто утворення дрібного уранового пилу), після чого знезараження місцевості виявляється вельми трудомістким і слабким.

Відповіддю на ці звинувачення зазвичай були вказівки на відносно слабку радіоактивність збідненого урану, що застосовується США, і аргументація про те, що радіоактивність, яку він приніс, можна порівняти з природною радіоактивністю калійних добрив або облицювальних матеріалів з граніту.

Також з боку сербських і російських джерел висувалась версія про те, що поряд з боєприпасами, що містять уран-238, американськими військовими застосовувалися аналогічні боєприпаси на основі набагато більш радіоактивного урану-236, радіологічна вражаюча компонента якого безсумнівна. Зокрема, подібні твердження перед журналістами робилися

начальником екологічної безпеки Збройних Сил РФ генералом-лейтенантом Борисом Алексєєвим. У своїх офіційних джерелах США ніколи не підтверджували існування таких модифікацій боєприпасів.

Станом на 2015 рік невідомі системні відкриті дослідження довготривалої дії радіологічної вражаючої компоненти цих боєприпасів на місцевостях їх застосування. Питання, чи слід віднести їх до радіологічним, залишається предметом публічної пропагандистської дискусії.

2.4 Радіаційний тероризм – «брудна бомба»

Широке використання радіоактивних матеріалів у науці, різних галузях економіки, медицині призвело до того, що з'явилася можливість їх застосування у кримінальних та терористичних цілях. Особливо цьому сприяють різні політичні пертурбації, що призводять до послаблення і навіть втрати контролю за збереження радіоактивних джерел.

Державний радіаційний тероризм – використання радіологічної зброї, в даний час не становить небезпеки з боку країн, які мають ядерну зброю, хоча технічна можливість для цього існує. Навпаки, для терористів і злочинців усіх мастей використання радіологічної зброї - випромінювання радіоактивних речовин є безсумнівним інтересом завдяки технічній простоті створення і доступності джерел випромінювання для "брудної" бомби або радіологічного дисперсійного пристрою.

Пристрої, що розсіюють радіоактивність (англ. Radiactivity Dispersing Divices - RDD або «брудні бомби» (Duty Bombs)), становлять загрозу в психологічному і економічному плані не через фактичної фізичної дії, а через створену ЗМІ реклами. Як «брудну бомбу» можуть бути використані як радіоактивні джерела без їх диспергування, а також рідкі та порошкоподібні матеріали, що розпилюються оператором. Радіоактивне джерело, підкинута навіть у людному місці, вироблятиме лише неконтрольоване опромінення випадкових людей і не створить психологічного ефекту впливу, тобто буде

неефективним. Більше ефективно розпилення або диспергування за допомогою вибуху. Кустарним способом бомба може бути виготовлена із звичайних ВР, пакетованих з радіоактивними матеріалами. Після збитків, завданих вибухом ВР, вступає в дію випромінювання радіоактивних речовин, і збитки будуть визначатися інтенсивністю та енергією випромінювання, необхідністю евакуації населення та роботами з подальшої дезактивації забруднених територій.



Рисунок 2.2 – Попередження про радіактивну зону

Радіоізотопні джерела, придатні для тероризму, можна розділити на дві основні групи: джерела малої активності, що використовуються в промисловості та вимірювальній техніці та потужні джерела випромінювання для терапії, дефектоскопії та одержання енергії. При цьому можливі два основні механізми теракту: вийняти джерело з контейнера і залишити без його руйнування, інший розпорошити заздалегідь диспергированное джерело або зруйнувати і розпорошити його за допомогою вибуху на місці. Малопотужні джерела, хоч і становлять небезпеку для здоров'я, не становлять інтересу для терористів навіть при диспергуванні, хоч і зберігають можливість

психологічного впливу. Потужні джерела випромінювання становлять небезпеку не лише для жертв, а й для самого терориста, навіть без диспергування. При цьому, чим більша активність препарату, необхідна для отримання значущого не тільки психологічного ефекту, тим більшу небезпеку вона представлятиме для самого оператора. І не моральні проблеми чи відсутність матеріалу, а елементарне занепокоєння за своє здоров'я та життя стримують радіаційний тероризм. Оператор-зловмисник повинен вибирати: або зазнати впливу радіації, або використовувати громіздкий свинцевий захист, який ускладнює складання та транспортування пристрою брудної бомби.



Рисунок 2.3 – Могилики радіоактивних відходів на території України

На відміну від інших видів високотехнологічного тероризму, технічна сторона радіаційного тероризму ще до його появи повністю вивчена і промодельована в радіаційних аваріях. Ці аварії є моделлю, що відображає основні особливості радіаційного терористичного акту в найнебезпечнішому варіанті без попереднього повідомлення про подію. Повідомлення про радіаційний терористичний акт збільшує його психологічний вплив, але різко

знижує ефективність радіологічної дії. Поки що ця «ядерна зброя» використовувалася лише з пропагандистською метою.

2.5 Можливі наслідки радіаційного теракту

Недотримання правил поводження з джерелами випромінювання, помилки людей або відсутність необхідних знань, неправильне поводження з джерелами випромінювання, як із відходами, після того, як їх було вилучено з вживання, призводять до тяжких наслідків, аналогічних результатам терористичного акту. Це підтверджується аваріями з потужними джерелами випромінювання, що використовуються в медичних цілях телетерапії. Радіаційні аварії представляють здійснену модель наслідків усіх можливих випадків радіаційного тероризму від найпростішого з оголошенням про подію та таємного, коли жертва не знає своєї долі. У першому випадку відразу ж набувають чинності відповідні служби контролю та ліквідації (видалення) джерел випромінювання та забруднень, що знижує ефект радіологічного впливу на потенційні жертви. У другому радіологічний ефект максимальний, але зникає головний психологічний ефект переляку, що є основною метою впливу теракту на суспільство.

При використанні без диспергування, якщо радіоактивне джерело встановлюється в людному місці без оголошення - ефект малий - випадкове опромінення і відсутня головна політико-психологічна складова теракту. Збільшення активності радіоактивних джерел, що використовуються, призводить до зростання ваги захисного контейнера і більшої небезпеки для оператора. У разі оголошення про наявність джерела легко вилучаються відповідними засобами. При розпорощенні джерела питома активність знижується й у терориста велика можливість забруднитись. При оголошенні проводиться огорожа та дезактивація території, що усуває радіаційну дію. Використання стандартних потужних джерел випромінювання для вибухового розпилення також вимагає складних і небезпечних радіохімічних маніпуляцій

зі знищення міцних оболонок - герметичних ампул, в які вміщені радіоактивні препарати. Джерела основним опромінюваним суб'єктом є сам терорист, і більше, ніж легше захист від джерела.

Джерела високої активності, природно, є найбільш небезпечними для потенційних жертв. У той же час, висока радіоактивність деяких ядерних матеріалів і джерел випромінювання є також «самозахисту» від тероризму і, оскільки той, у кого він опиниться в руках, наражає своє життя на небезпеку через дії потенційно смертельної дози радіації. Радіаційні аварії показують не тільки те, що буде з жертвами, але головне, що буде з самими операторами, які споряджають або використовують потужні джерела випромінювання. Небезпека для терориста може становити не лише сам теракт, а й транспортування радіоактивного препарату.

Якщо саморобне пристрій зроблено правильно (адже у саморобної бомби багато потенційних точок відмови), «брудна бомба» розірве радіоактивний матеріал на крихітні кусочки і відправить його у повітря. Це справді створить проблему загрязнення довкілля, але локальну, а чи не глобальну.

Люди, які вдихають або проковтують радіоактивну пилку, можуть отримати травми або загинути, а забруднені будівлі доведеться знести бульдозерами та відправити на звалище. Екскаватори, мабуть, викопали б випромінювання ґрунту на ярд глибиною і знесли б сусідні дерева — і все це було б відправлено на звалище.

2.4 Радіоактивний спадок на території України

Чим шкідливі радіоактивні захоронення?

Радіоактивні ізотопи потрапляють всередину організму людини з пилом, повітрям, їжею або водою і поводяться по-різному: деякі розподіляються рівномірно в організмі (як тритій, углець, залізо, полоній), деякі

накопичуються в кістках (радій, фосфор, стронцій), інші залишаються у м'язах (калій, рубідій, цезій), деякі зосереджуються у печінці, почках, селезінці (рутений, полоній, ніобій) тощо. Вплив на організм таких ізотопів та продуктів їхнього розпаду залежить від тривалості та інтенсивності опромінення.

Високі дози радіації, отримані за короткий проміжок години від контакту з радіоактивними матеріалами, призводять до серйозних наслідків – опіків, гострої променевої хвороби, чисельних патологій, що можуть проявитися протягом тривалої години, і навіть смерті. Невеликі дози опромінення протягом тривалої години так само шкодять клітинам організму, адже вони встигають відновлюватися. Що вища доза опромінення, то вищий ризик виникнення хвороб – деяких видів раку (наприклад, лейкемії), генетичних мутацій, проблем з репродуктивною системою. Особливо чутливі до радіації діти, у яких клітини перебувають у активній стадії поділу.

Знайдені на Кіровоградщині радіоактивні поховання переважно містили цезій та стронцій, які опромінюють і ґрунт, і рослини навколо відходів. Особливістю цезію-137 (радіоцезію) є те, що це не просто радіоактивний, а й токсичний елемент. До першого у світі випробування ядерної зброї цезію в природі не було.

Він утворюється переважно при розподілі ядер у ядерних реакторах та ядерному озброєнні. Цезій-137 – один із головних компонентів радіоактивного забруднення біосфери. На думку вчених, найбільший ризик отримати радіоцезій мають люди, які мешкають на забруднених територіях і активно споживають дари лісу – гриби, ягоди, дичину. Період напіввиведення радіоцезію для дорослого людини – 3-4 місяці. Природним шляхом половина отриманих радіонуклідів виводиться через деяку годину.



Рисунок 2.4 – Контейнери з цезієм-137

Стронцій-90 (радіостронцій) набагато менш летючий за радіоцезій, і в м'яких тканинах затримується менше ніж на один відсоток. Проте цей нуклід є аналогом кальцію, через що здатний міцно відкладатися у кістках. Тривале опромінення стронцієм і продуктами його розпаду вражає кісткову тканину і кістковий мозок, що зумовлює розвиток хронічної лучової хвороби, пухлин кров'яної тканини та кісток (радіогенна остеосаркома).

Звісно, якщо ви пройдете недалеко від іонізуючого «могильника» на зразок тих, що на Кіровоградщині, то променевої хвороби ви не отримаєте. Водночас часте перебування поруч із радіоактивним захороненням, споживання звідти в їжу рослин може призвести до непоправних наслідків для організму людини. Не говорячи вже про те, щоб розрити такий «могильник» та тримати поруч об'єкт звідти.

– Держава має не лише інформувати людей про такі небезпечні поховання, а й обмежити доступ до них. Локації, де радіоактивне забруднення

перевищує норму, мають бути промарковані відповідними знаками про радіоактивну небезпеку, – пояснив аналітик місцевої громадської екоорганізації «Флора» Володимир Бочаров-Туз.

Він додав, що на території захоронення радіоактивних відходів не варто збирати гриби та ягоди. «Краще взагалі відмовитися від перебування у безпосередній близькості до місць захоронення РАВ», – порадивши Володимир Бочаров-Туз.



Рисунок 2.5 – Вимірювання рівню радіації

Завідувач обласної радіологічної лабораторії Іван Бабірад уточнив, що на місці радіоактивного забруднення також не можна випасати худобу та займатися сільськими роботами.

Екологія Людмила Шестакова каже, що підвищений радіаційний фон, який фіксують над радіоактивними «могильниками», призводить до підвищення ризику онкохвороб. «Крім онкозахворювань, це хвороби, які викликають важкі метали – захворювання нірок, шкіри, очей», – уточнила вона.

Тому поки що ні Кіровоградщина зокрема, ані Україна взагалі не здатні за власні бюджети охопити проекти з перезахоронення радіоактивних відходів і забруднювачів, нам у цьому допомагають іноземні донори. Це дозволяє покращити загальну екологічну ситуацію в країні та уникнути ризиків, пов'язаних із неналежним захороненням таких видів відходів.

Радіоактивні відходи: звідки беруться і хто відповідальний?

Приблизно 95% радіоактивних відходів (РАВ) в Україні продукують атомні електростанції (АЕС) України. Ще РАВ продукують ті ж наукові реактори, які є у Києві та Харкові, а також промислові підприємства, медичні заклади.

Законом закріплено дві основні форми розміщення таких речовин – це захоронення та зберігання. Головним пріоритетом при захороненні та при зберіганні РАВ є захист життя та здоров'я персоналу, населення та навколишнього природного середовища від впливу радіоактивних відходів.

Хто ж відповідальний за утримання та ліквідацію радіоактивних поховань?

У країні діє принцип: той, хто створює радіоактивні відходи, не має права здійснювати їхнє захоронення. Тобто одні юридичні особи створюють РАВ, а інші займаються їх зберіганням та захороненням. У нашому законодавстві прописано, що РАВ – це власність держави, а саме держава має створювати систему для безпечного поводження з ними.

Варто зазначити: в Україні є багато об'єктів для поводження з РАВ, але всі вони будуються за донорські кошти. За бюджетні не збудовано жодного подібного об'єкта в країні.

І хоча зараз у незалежній Україні діє регулювання щодо поводження з РАВ, та в радянські часи з цим не панькалися. Тож на Кіровоградщині з тих годин залишилося кілька радіоактивних «спадків». Йдеться про радіоактивний «могильник» від військової програми Радянського Союзу біля села Цибулеве

у Кропивницькому районі та радіоактивні відходи від виробництва тресту «Кіровоградбуд» на території Веселівського родовища глиняних руд під Кропивницьким.

Цибулеві – як НАТО жителів Кіровоградщини захистило

Від радянських годин нам залишилися радіоактивні поховання на територіях військових частин в Україні. Успішним прикладом убезпечення українців від згубної дії радіоактивних поховань є співпраця України з Північноатлантичним альянсом. Ще 18 вересня 2013 року в Брюсселі підписали Імплементативну угоду між урядом України та Організацією НАТО з підтримки та постачання (NSPA) про перезахоронення радіоактивних відходів, що утворилися внаслідок виконання військових програм колишнього СРСР, а також створено Тростовий фонд НАТО.

Подібних поховань, залишених радянськими військами, на території незалежної України було п'ять: два з них розташовані у Криму, ще по одному – у Донецькій, Житомирській, Івано-Франківській та Кіровоградській областях. Проекти передбачали не лише вивезення РАВ, заховані колись радянськими військами, а й відновлення місця поховання.

Принципово важливим є те, що НАТО допомагає нам очистити ті території, які були забруднені внаслідок недалекогоглядної політики Радянського Союзу, коли влада не дбала ані про здоров'я населення, ані про екологічну ситуацію і не турбувалася про те, що відбуватиметься із прийдешніми поколіннями, – сказала тодішня віцепрем'єрка-міністерка з питань європейської та євроатлантичної інтеграції Іванна Клімпуш-Цинцадзе.

Спершу за цією програмою НАТО ліквідували поховання поблизу селища Вакуленчук у Житомирській області. Тоді, у лютому 2017 року, силами НАТО вивезли із Житомирщини 30 тонн радіоактивних відходів.



Рисунок 2.6 – Ліквідація радіоактивних відходів біля селища Вакуленчук в Житомирській області

Іншим пунктом у проєкті Північноатлантичного альянсу став «могильник» поблизу села Цибулеве на Кіровоградщині. Тут на території військової частини А0981 розташовувалися три бетонні колодязі глибиною близько шести метрів. Саме в цих колодязях знаходилися радіоактивні відходи, які накопичили за відповідними програмами Радянського союзу в період з 1960 до 1990 років.

У травні 2019 року Україна та NSPA підписали контрактні документи щодо ліквідації РАВ на об'єкті «Цибулеве».

– Протягом 18 місяців будемо спільно працювати над звільненням об'єкта «Цибулеве» від радіоактивних відходів, щоб мінімізувати його негативний вплив на навколишнє середовище. Я певен, що цей проєкт буде успішним, – наголосив тоді менеджер програм загальних послуг та співробітництва Агенції НАТО з підтримки та постачання Джон Босманс.

NSPA виступив виконавчим агентом проекту, а бенефіціаром – Державне агентство України з управління зоною відчуження та Міноборони.

На перепоховання та відновлення території, згідно з підрахунками ДАЗВ, витратили 1,5 мільйона євро. Фінансово допомогти у втіленні проекту зголосилися країни-члени НАТО Німеччина та Норвегія.



Рисунок 2.7 – Огороджена зона радіоактивного захоронення. Цибулеве, Кіровоградська область

Проект «Цибулеве» передбачав багато етапів роботи – від прорахування наслідків до відновлення території.

Готовність робочої площадки до початку вилучення РАВ перевірили спеціальною інспекційною комісією у складі представників Держатомрегулювання, ДАЗВ, Міністерства оборони України та державного спеціалізованого підприємства «Об'єднання «Радон» у лютому 2020 року.



Рисунок 2.8 – Фахівці під час перезахоронення радіоактивних матеріалів

Після основну частину «історичних» радіоактивних відходів упаковали у спеціалізовані контейнери та перевезли на спецмайданчик, що знаходиться на території пункту захоронення радіоактивних відходів (ПЗРВ) «Буряківка», що на околицях Чорнобиля. (рис. 2.9). Відстійник «Буряківка» – це велике поле, огорожене забором. Там розміщується приблизно 30 траншей із закопаними радіоактивними матеріалами. До речі, там же розташована площадка із «брудною» технікою, яка брала участь у ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС. Крім того, із об'єкта «Цибулево» вилучили й низькоактивні радіоактивні відходи, які передали на захоронення у ті самі траншеї у «Буряківці».

Вже у квітні 2020 року проект підійшов до фінального, але дуже важливого етапу – відновлення ділянки колишнього «могильника» до її первинного природного стану. Для цього на місці вже колишнього захоронення РАВ дослідили ґрунт та повітря на випромінення. Якби ґрунт «фонив», то його також вивезли б, а замість нього привезли інший. Та, на

щастя, бетон колодязів достатньо захистивши середовище від випромінювання.



Рисунок 2.9 – Пункт захоронення радіоактивних відходів (ПЗРВ) «Буряківка»

Цікаво, що НАТО потурбувалося не лише про місцевість, звідки ліквідували РАВ, а й про місце захоронення у Чорнобильській зоні. Так, у 2020 році для безпечного зберігання радянських радіоактивних відходів на ПЗРВ «Буряківка» створили спеціальний майданчик. Виконання цих робіт відбувається за сприяння Трастового фонду НАТО та в рамках державної комплексної програми поводження з радіоактивними відходами та забезпечення екологічної безпеки.

Тому поки Крим та деякі території Донецької області перебувають під тимчасовою окупацією Росії, НАТО готувалось прибрати наступне радянське радіоактивне захоронення поруч із селищем Делятин на Івано-Франківщині.

Ці прагнення знайшли відображення у Річній національній програмі, згідно з якою до 2023 року «продовжено реалізацію проектів у рамках Трестового фонду НАТО щодо перезахоронення радіоактивних відходів, що утворилися внаслідок виконання військових програм колишнього СРСР».

Реалізація таких проектів – це не лише мінімізація негативного впливу на навколишнє середовище, а й значний внесок у розвиток сучасної науки.

РОЗДІЛ 3 ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ТОПОГРАФІЧНИХ ВИШУКУВАННЯХ

Площа ушкоджень та радіоактивного зараження залежить від багатьох факторів. Ось деякі з них:

- кількість та тип розсіяного радіоактивного матеріалу,
- спосіб розпилення (вибух, розсіювання, пожежа),
- місцевий рельєф, розташування будівель, ландшафт,
- погодні умови.

Поширення радіоактивного шлейфу (якщо радіоактивний матеріал вивільняється у вигляді дрібних частинок, шлейф поширюватиметься зі швидкістю і за напрямом вітру. Чим більша територія розповсюдження шлейфу, тим менш концентрованою стає радіоактивність).

3.1 Аналіз території виконаних робіт

Об'єкт дослідження є місто Київ. (рис. 3.1). Столиця України, один з найбільших і найстаріших міст Європи. Розташований біля середньої течії Дніпра, у північній Наддніпрянщині. Політичний, соціально-економічний, транспортний та освітньо-науковий центр країни. Окрема адміністративно-територіальна одиниця у складі України та адміністративний центр Київської області.



Рисунок 3.1 – Супутниковий знімок території дослідження

Площа. В адміністративних межах – 83,6 тис. га (836 кв. км). Забудована територія – 33,8 тис. га (40,4%), із них землі житлової забудови – 6,2 тис. га. Під промисловими об'єктами зайнято 6,0 тис. га, громадськими спорудами – 6,7 тис. га, вулицями, площами, набережними – 5,0 тис. га, об'єктами транспорту – 2,2 тис. га.

Місто входить до найбільших наукових центрів Європи. У Києві розташовані Національна академія наук України та більшість її інститутів, діють близько 300 самостійних науково-дослідних та близько 40 самостійних конструкторських організацій, а також 18 провідних вишів країни. У Києві функціонує 457 загальноосвітніх закладів.

Столиця України має великий культурний потенціал - десятки музеїв, театрів, кінотеатрів, мистецьких виставок, що постійно діють, арт-центрів. У центральній історичній частині міста розташовано три державні заповідники: Державний історико-архітектурний заповідник "Стародавній Київ", Національний заповідник "Софія Київська", Києво-Печерський національний історико-архітектурний заповідник. Примітний етнографічний музей просто неба "Пирогово". Під охороною держави знаходяться 3736 пам'яток археології, історії, архітектури та містобудування, монументального мистецтва. З цього числа 243 пам'ятки мають статус пам'яток державного значення, зокрема. 51 пам'ятник міжнародного значення (за визначенням ЮНЕСКО).



Рисунок 3.2 – Поділ м.Києва на райони

Адміністративно-територіальний поділ. Основна одиниця поділу – район. У жовтні 2001 року у місті утворено 10 районів замість колишніх 14. Сьогодні це Печерський район, Шевченківський, Подільський, Голосіївський, Солом'янський, Святошинський, Оболонський, Дніпровський, Дарницький, Деснянський.

Населення міста Києва

Україна лише одноразово за весь час незалежності проводила перепис населення у 2001 році, який зафіксував чисельність населення у розмірі 2 611 327 осіб. Щодо сучасної чисельності населення міста існують різні офіційні оцінки, так проведена Кабміном України оцінка чисельності населення на 1 грудня 2019 року показала 3 703 100 осіб готівкового населення, тоді як офіційна оцінка чисельності населення, дана Укрстатом на 1 січня 2020 року, становила 2 967 36 .

Наприкінці XVIII століття населення становило близько 30 000 чоловік. За даними перепису населення 2001 року, у Києві проживало 2 611 300 мешканців. В даний час чисельність населення зростає в середньому на 20 тис. Чоловік на рік. З 1.01.2002 р. по 1.01.2010 р. населення Києва зросло на 174 тис. осіб. Станом на 1 січня 2018 року чисельність наявного населення становила 2 934 522 особи (що на 0,3 % більше, ніж 1 січня 2017 року).

Поверховість забудови	Щільність житлового фонду м ² загальної площі на 1 га території мікрорайону (брутто)	Щільність населення на 1 га території мікрорайону (брутто)	Максимально допустима щільність житлового фонду м ² загальної площі на 1 га ділянки приміщення території (нетто)	Щільність населення на 1 га території площі земельної ділянки приміщення території (нетто)
Малоповерхова забудова до 3 поверхів (без урахування мансардного поверху)				
1-3	4000	130	9900	330
	5400	190	12970	460
Середньоповерхова забудова (від 4 до 5 поверхів включно)				
4	6700	220	14850	550
5	7900	260	17640	575
Багатоповерхова забудова (від 6 до 9 поверхів включно)				
6	8900	300	19590	615
7	9700	320	19930	660
8	10500	350	21000	720
9	11100	370	22800	740
Забудова підвищеної поверховості (від 10 до 16 поверхів включно)				
10	11800	390	24800	750
12	12300	410	24850	805
14	12800	430	24750	845
16	13100	440	24850	860
Висотна забудова (вище 16 поверхів)				
17 і вище	13500	450	27450	950
Примітка 1. Щільність житлового фонду брутто розраховується для території мікрорайону з повним комплексом об'єктів в повсякденного обслуговування.				
Примітка 2. Щільність житлового фонду нетто розраховується для земельної ділянки окремого житлового будинку або житлової групи з приміщеннями без урахування площі території для постійного зберігання автомобілів, майданчиків для виходу домашніх тварин.				

Таблиця 3.1 – Показники щільності багатоквартирного житлового фонду

Постійне населення - 2893215 осіб. Природний приріст населення міста позитивний, його величина значно вища, ніж по країні загалом (+2,2 особи на тисячу проти -4,17 по Україні загалом) і це один із найвищих показників приросту населення в Україні після Закарпатської та Рівненської областей (+3,7 та +2,4 відповідно). За даними Інституту демографії та соціальних досліджень НАН України, на початок 2009 р. фактичне населення Києва становило 3144,3 тис. осіб, що на 420 тис. більше населення на той час за даними офіційної статистики. У 2016 році: народжуваність – 12,5 на одну

тисячу осіб, смертність – 10,5, природний приріст – 2,0 (–4,4 по Україні загалом). Міграційні показники: кількість тих, хто приїхав на 10 тисяч осіб, — 102,8, тих, хто виїхав, — 57,2, міграційний приріст — 45,6 (2,5 по Україні в цілому).

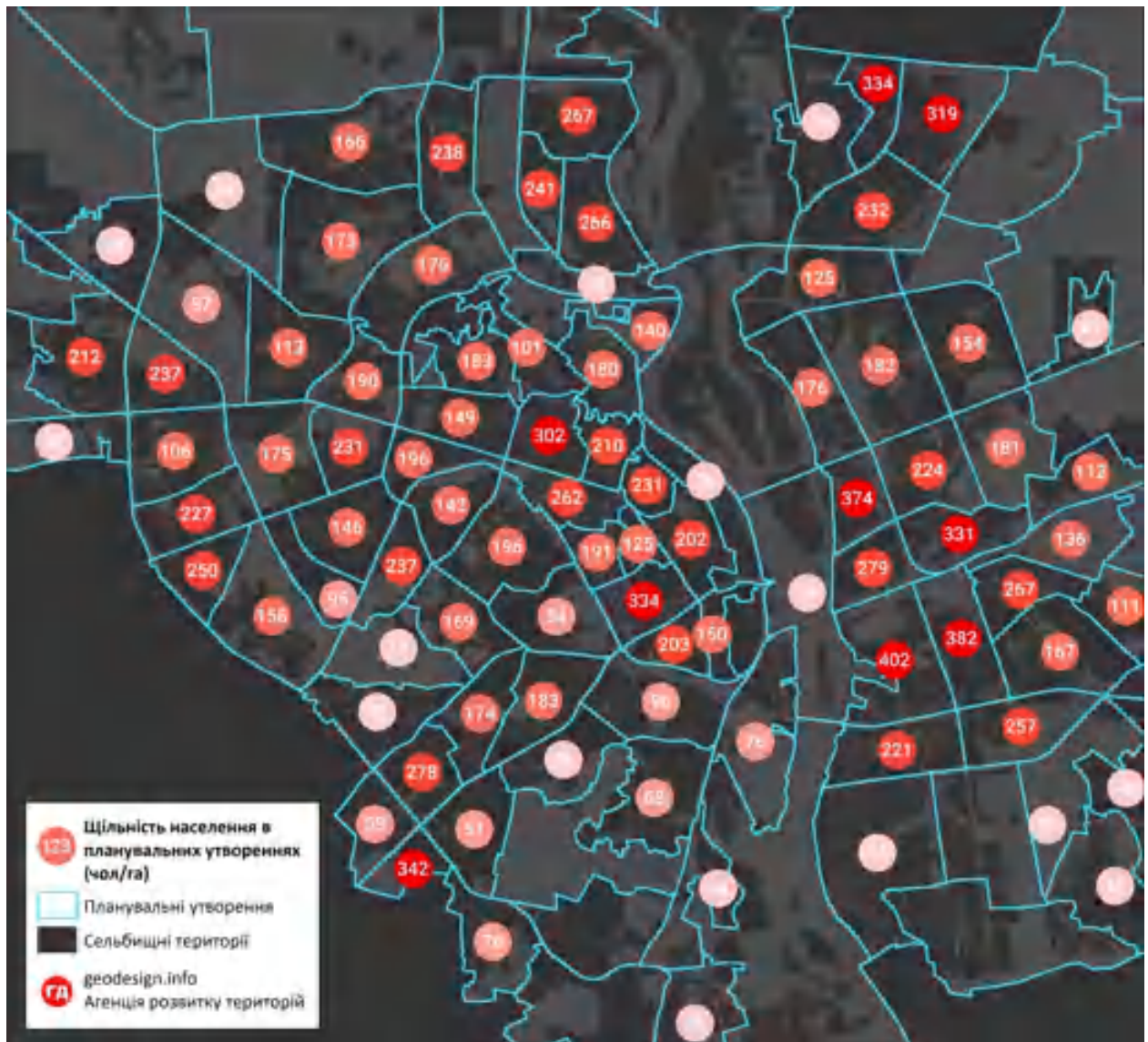


Рисунок 3.3 – Схема щільності населення м.Києва

Нині Київ є найгустонаселенішим містом України, значно випереджаючи за чисельністю населення Харків, що слідує за ним. З населенням 2 952 301 (1 січня 2022) його територія державного підпорядкування також є однією з найгустонаселеніших адміністративно-територіальних одиниць країни, з щільністю населення - 3516,93 особи/км², що

багато в чому пояснюється давньою міграційною привабливістю Києва як столиця країни. Приблизно 10 % осіб, які постійно де-факто проживають у Києві, прописані в інших регіонах України.

3.2 Дані про дату підриву бомби

Заява про підготовку бомби для вибуху на світовому телебаченні пролунала 23 жовтня. За основу досліджень взята дата 31 жовтня 2022 року.

Погодні умови

Клімат в місті Києві помірно континентальний, із м'якою зимою та теплим літом. Середньомісячні температури січня $-5,5$ °С, липня $+19,2$ °С. Абсолютний мінімум - $-32,2$ °С (7, 9 лютого 1929), абсолютний максимум - $+39,9$ °С (серпень 1898)(за іншими даними: $+39,4$ °С (30 липня 1936). Середньорічна кількість опадів — 649 мм, максимум опадів припадає на липень (88 мм), мінімум — на жовтень (35 мм).



Рисунок 3.4 – Кліматичний стан на день вибуху

Для розрахунків я буду використовувати середні значення усіх показників за формулою на рисунку 3.5.

Среднее арифметическое

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i$$

Рисунок 3.5 – Формула для розрахунку середнього значення

Температури повітря: 7,5°C

Атмосферний тиск: 749 мм рс

Вологість: 68%

Вітер: 5,1 м/с; південно-східного напрямку

3.3 Вводні дані про вибуховий пристрій

Даних про підрив «брудної бомби» з прилеглою аналітикою немає, тому що її ніхто й ніколи не використовував, тому я буду покладати розрахунки на відому модель атомної бомби та буду використовувати її характеристики.

- Вага: 9700 фунтів
- Довжина: 10 футів; Діаметр: 28 дюймів.
- Фактично: 1,38% радіологічних речовин.
- Вибухова сила: 15 000 тонн тротилового еквіваленту

«Малиш (Little Boy)» — тип атомної бомби, скинутої на японський місто Хіросіма 6 серпня 1945 року під час Другої світової війни. Це було перше ядерне озброєння, використане у війні. Бомба була скинута з літака Boeing B-29 Superfortress Енола Гей, пілотованого полковником Полом У. Тиббетсом-младшим, командиром 509-й складової групи ВВС США, і капітаном

Робертом А. Льюїсом . Він взявся з енергією близько 15 кілотонн у тротиловому еквіваленті (63 ТДж) і викликав масову смерть і знищення по всьому місту. Бомбардування Хіросіми був другим в історії техногенним ядерним вибухом після ядерного випробування «Трініті».



Рисунок 3.6 – Післявоєнна модель бомби Little Boy

Little Boy був розроблений групою лейтенант-командира Френсіса Берча в Лос-Аламоській лабораторії Манхетенського проекту під час Другої світової війни як переробка їх невдалої ядерної бомби Тонкий чоловік . Як і Тонкий Людина, це було зброєю дії пушечного типу , але воно здобуло свою вибухову силу від ядерної дії урана-235 , тоді як Тонкій Людина був заснований на дії плутонію-239 . Деління здійснюється вистрілюванням полого циліндра («пуля») в загальному циліндрі з того самого матеріалу («мішень») за допомогою заряду нітроцелюлозного порошку. Він містив 64 кг (141 фунт) високообогащеного урану, хоча ядерному руйнуванню підверглося менше кілограма. Його компоненти були виготовлені на трьох різних заводах, щоб ні у кого не було копій повної конструкції.

Після закінчення війни не очікувалося, що неефективна конструкція

Little Boy коли-небудь знову буде повторена, і багато планів і схем були знищені. Однак у середині 1946 року реактори на Хенфордській площі почали сильно страждати від ефекту Вигнера, дислокації атомів у твердому тілі, викликаного нейтронним вилученням, і плутонія стала не хватати, тому на базі Сандія було створено шість збірок Little Boy. У 1947 році Управління артилерійського озброєння ВМФ побудувало ще 25 збірок Little Boy для використання в ударних літаках Lockheed P2V Neptune, які можна було запусити з авіаносців класу Midway. До кінця січня 1951 року всі підрозділи Little Boy були виведені з експлуатації.

3.4 Оцінка прилеглих територій

1) Щільність забудови

Щільність забудови кварталу або житлового району - сумарна поверхова площа наземної частини житлових будівель (будинків) у габаритах зовнішніх стін, включаючи вбудовані та прибудовані нежитлові приміщення, що виражена у квадратних метрах, що припадає на один гектар території кварталу або житлового району.

Основними показниками щільності забудови є:

- коефіцієнт забудови - відношення площі, зайнятої під будинками та спорудами, до площі ділянки (кварталу); не більше 0,4 для забудови будинками середньої поверховості.
- коефіцієнт щільності забудови - відношення площі всіх поверхів будівель та споруд до площі ділянки (кварталу); не більше 0,8 для забудови будинками середньої поверховості.

Українськими будівельними нормами передбачається кілька градацій висотних будівель - до 26,5 м умовної позначки підлоги останнього поверху, тобто загальна висота будівлі виходить близько 30-32 м, потім 16-поверхові будівлі - 47 м і наступна 73,5 м. протипожежними та інженерними вимогами, які мають різні концепції, які ускладнюються зі зростанням висотності будівлі.



Рисунок 3.7 – Частина Києва з супутника

З появою в українських містобудівних нормах позначки 73 м, розпочався новий етап будівництва висотних будівель понад 20 поверхів. Таке будівництво виходить найбільш економічно доцільним для країни. Забудовники останні 10 років орієнтувалися на ціновий критерій, як на один з провідних, щоб пройти первинне насичення ринку житлом, якого не вистачало.



Рисунок 3.8 – Висотні будівлі Києва

За даними рейтингу SkyscraperPage. Київ опинився на першому місці серед європейських міст та восьмому у світі за кількістю висотних будівель. У столиці України нарахували 1199 будівель понад 35 метрів (12 поверхів). Більшість з них знаходиться в центрі міста.

Будівельний норматив встановлює максимальну щільність забудови: для 4-поверхових будинків це 45% площі кожного гектара, для 5-8-поверхових – 40%, для 12-25-поверхових висоток – не більше 30%.

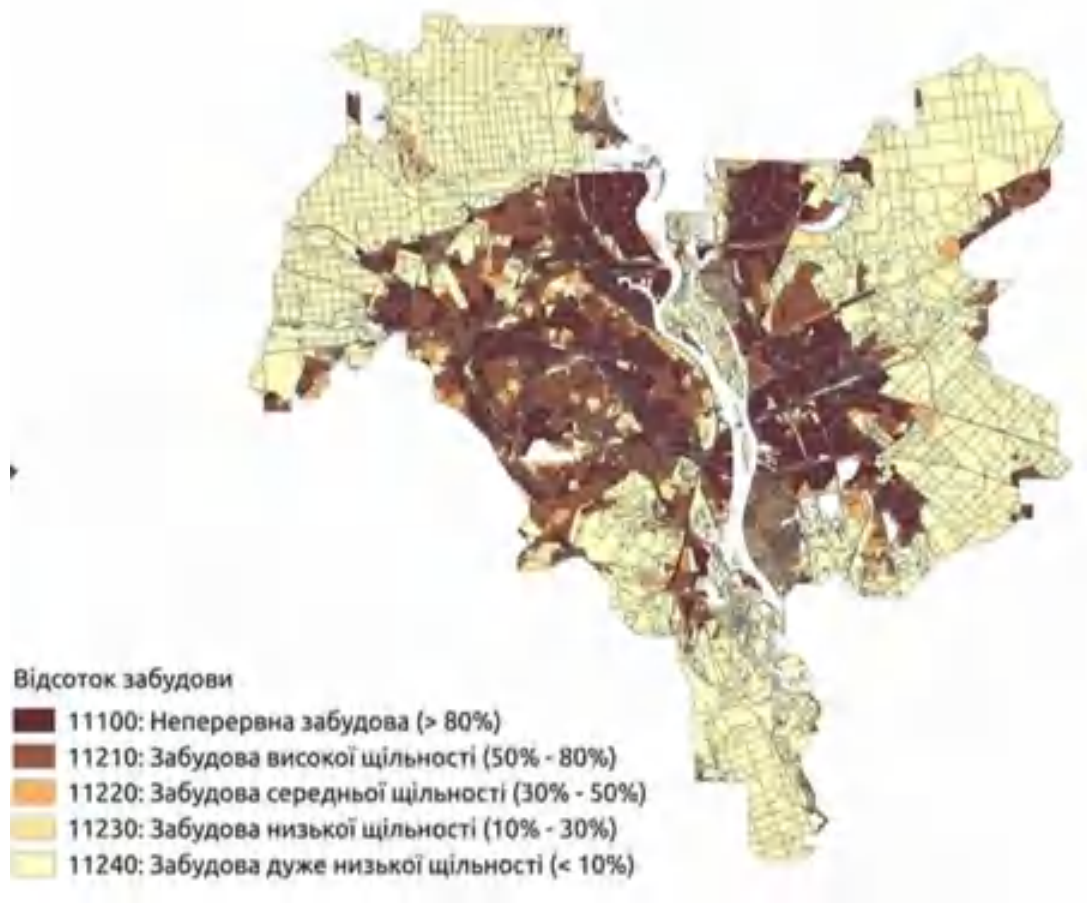


Рисунок 3.9 – Карта щільності забудови Києва

Новими ДБНами також показники граничних параметрів забудови земельної ділянки в залежності від поверховості будинків:

Поверховість житлових будинків	Відсоток забудови земельної ділянки при розміщенні житлового будинку, %
3 поверхи без урахування мансарди	50
4-5 поверхів	45
6-8 поверхів	40
9-10 поверхів	35
11 поверхів і вище	30

Таблиця 3.2 – Норма забудови прилеглих ділянок

2) Вишки стільникового зв'язку

Стільниковий зв'язок — один із видів мобільного радіозв'язку, в основі якого лежить стільникова мережа. Особливість стільникового зв'язку полягає в тому, що зона покриття ділиться на «чарунки стільника», що визначається зонами покриття окремих базових станцій. Комірки частково перекриваються і разом утворюють мережу. На ідеальній (рівній і без забудови) поверхні зона покриття однієї базової станції являє собою коло, тому складена з них мережа має вигляд шестикутних зон (пчелиного стільника).

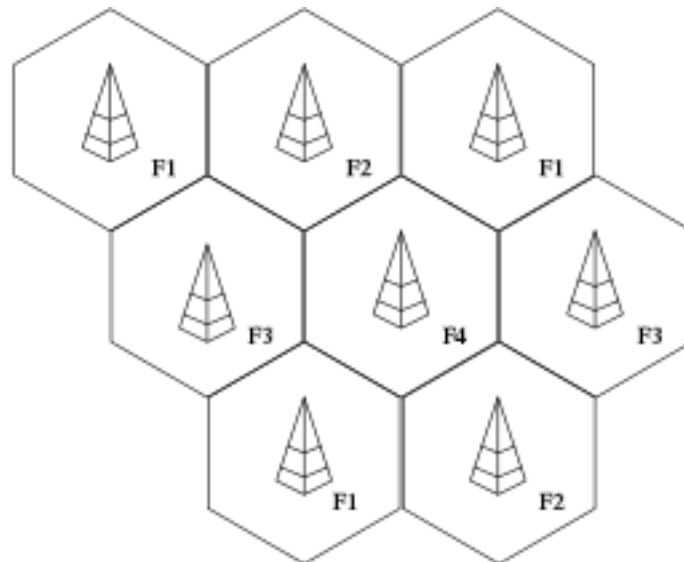


Рисунок 3.10 – Стільникова мережа

Базова станція, як може здатися на перший погляд, це не тільки антена чи мачта, розташована біля дороги чи, наприклад, на даху великого міського будинку. Головна частина цієї споруди знаходиться саме на землі і виглядає непримітно. У розподільному блоку розташовані «мізки» БС – плати, обладнання для зв'язку з комутатором, охолоджуючі системи. Все, як у великому системному блоці комп'ютера.



Рисунок 3.11 – Базова станція

Одна базова станція, якою б високою вона не була, не забезпечила рівномірного покриття мережі. Особливо у щільній міській забудові. Тому оператори будують, так звані, «стільники», з яких і складається мережа. Як відомо, на відкритій місцевості активний радіус дії однієї сотової щітки невеликий – кілька кілометрів (на радіус також впливає стандарт і частотний діапазон зв'язку). У місті, де стоїть безліч будинків та промислових об'єктів, що екранують радіосигнал, ситуація складніша і зв'язок може втрачатися. Тому концепція «стільника» базових станцій передбачає таку мережу, коли обриву

з'єднання при переміщенні абонента не відбувається.

При цьому на кожній базовій станції розташовано кілька антенно-щоголових передавачів, кожен з яких здатний обслуговувати в реальному часі одночасно кілька абонентів. І чим більше абонентів підключено в цей момент до однієї штюглі, тим менша ємність базової станції. І навпаки. Від цього безпосередньо залежатиме і швидкість мобільного інтернету, і сама якість зв'язку.

У воєнний час доступ до точного місцезнаходження базових станцій обмежений, тому ми використовуємо інтерактивну карту покриття.



Рисунок 3.12 – Карта покриття мобільного зв'язку всіх операторів

У разі зруйнування вишок стільникового зв'язку мобільний інтернет та зв'язок буде відсутній. Навіть для SOS набору. Провайдери не зможуть проводити інтернет зєднання.

3) Лінії електропередач (ЛЕП)

Лінія електропередачі (ЛЕП) - один із компонентів електричної мережі, система енергетичного обладнання, призначена для передачі електроенергії за допомогою електричного струму. Також електрична лінія у складі такої

системи, що виходить за межі електростанції чи підстанції



Рисунок 3.1 – Повітряна лінія електропередачі

Розрізняють повітряні та кабельні лінії електропередачі. Останнім часом набувають популярності газоізоляовані лінії - ГІЛ.

Основним фактором, що визначає пропускну спроможність і дальність передачі повітряної лінії, є величина її лінійної напруги. Ця ж величина визначає основні конструктивні рішення повітряних ліній як споруд, оскільки зі зростанням напруги збільшуються габарити опор і ускладнюється їх конструкція.



Рисунок 3.13 – Карта ЛЕП Києва

За ЛЕП також передають інформацію за допомогою високочастотних сигналів (за оцінками фахівців, у СНД використовується близько 60 тисяч ВЧ-каналів з ЛЕП) та ВОЛЗ. Використовуються для диспетчерського управління, передачі телеметричних даних, сигналів релейного захисту та протиаварійної автоматики.



Рисунок 3.14 – Карта ЛЕП Києва з супутника

Об'єднана енергетична система України (ОЕСУ) – сукупність електростанцій, електричних мереж, інших об'єктів електроенергетики, що об'єднані спільним режимом виробництва, передачі та розподілу електричної енергії при централізованому управлінні цим режимом.



Рисунок 3.15 – Об'єднана енергетична система України

Об'єднана енергосистема України (ОЕС) – єдиний організм, який постачає електроенергією всю територію країни. Він збалансований. Це означає, що генерації виробляють стільки енергії, скільки необхідно задля забезпечення всіх споживачів по всій території.

Якщо із загальної мережі випадає один елемент – генерація чи у разі великий споживач – відбувається розбалансування системи. Це негативно впливає на всю ОЕС. Тоді доводиться "розвантажувати" генерацію – надто швидко зупиняти роботу енергоблоків, що веде до підвищеного зносу обладнання та необґрунтованої витрати палива.

Цього року було зруйновано опори на лінії Каховська – Титан у

Чаплинському районі Херсонської області та опори на лінії Мелітополь – Джанкой у Генічному районі. Для врегулювання енергетичної системи в країні було введено "Розвантаження" генерації.

За інформацією держкомпанії "Укренерго", яка керує магістральними електромережами, через підрив ЛЕП було відключено по одному енергоблоку Придніпровської ТЕС, яка входить до «ДТЕК Дніпроенерго», та Вуглегірської ТЕС, яка входить до держкомпанії "Центренерго".

Крім того, на 350 МВт було розвантажено Запорізьку АЕС та на 150 МВт – Південноукраїнську АЕС. Атомними станціями керує держкомпанія "Енергоатом". Для порівняння: Київ у вечірній максимум споживає близько 1200 МВт. Тобто Україна знизилася вироблення електроенергії, достатньої для забезпечення близько половини потреб столиці.

Тобто в результаті підризу брудної бомби в Україні зменшиться кількість ліній електропередач, що в свою чергу може призвести до знеструмлення багатьох районів (може навіть областей). А для врівноваження енергетичної системи країни – вимкнення світла на довгі періоди час стане обов'язковим. У тяжкому випадку – увімкнення світла буде раз на 3 дні. Багато людей залишаться без доступу до зовнішнього світу. Люди не зможуть працювати онлайн, робити покупки та спілкуватись з родичами, які не поряд з ними.

3.5 Проектування карти розповсюдження вибуху

За допомогою програмного забезпечення на сайті <https://nuclearsecrecy.com/nukemap/> точкою прибуття ракети встановлено центр міста Києва.

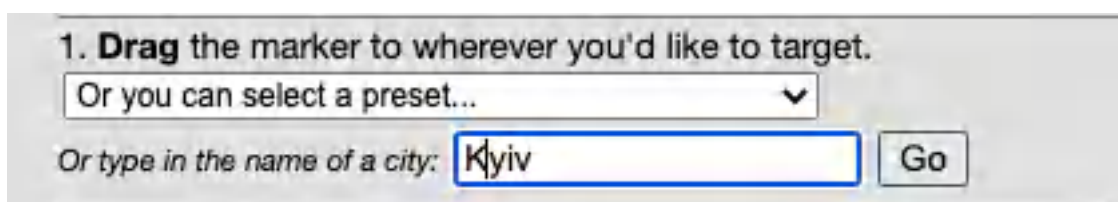


Рисунок 3.16 – Обираємо Київ як ціль влучання

Для більш явного проектування задачі та виділення зон ураження обираємо вигляд мапі із супутника.

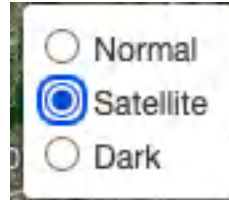


Рисунок 3.17 – Обраний вигляд карти

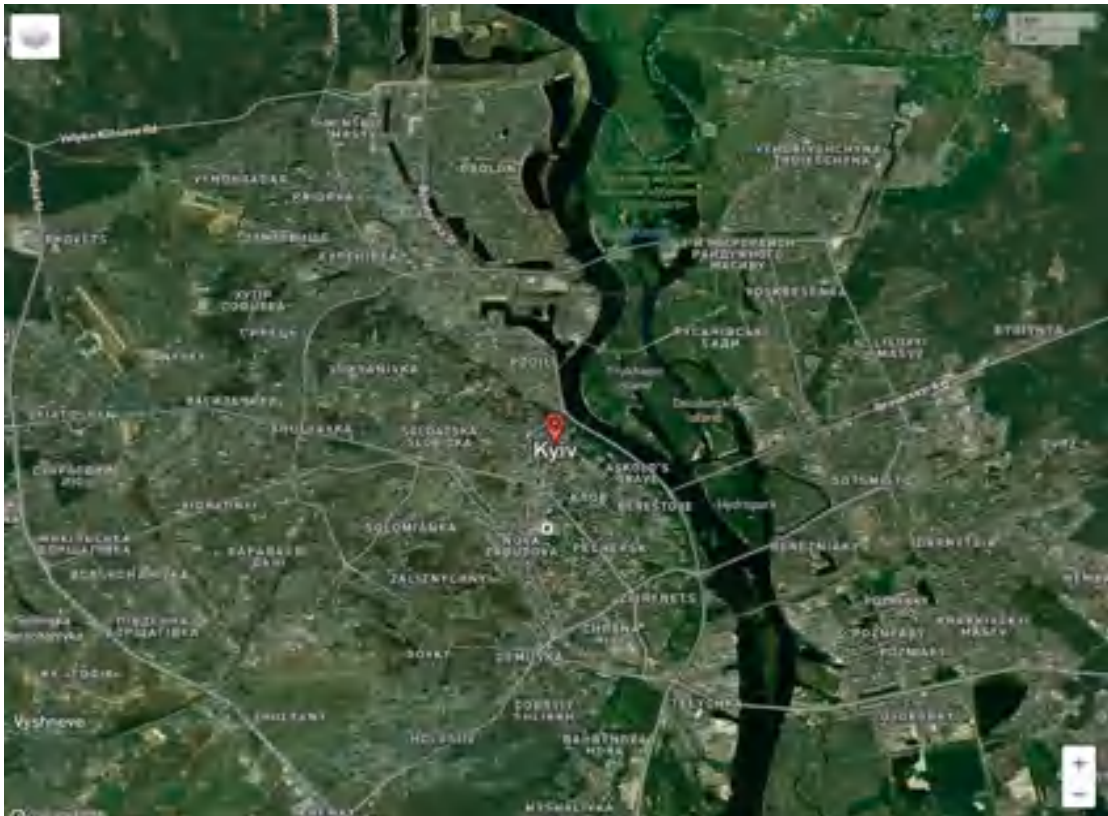


Рисунок 3.18 – Обране місце влучання з супутника

Щоб спроектувати більш точніші дані про розповсюдження вибуху, необхідно обрати дані бомби, які найближчі до необхідних. В нашому випадку це бомба «Little boy» з потужністю в 15 Кілотонн.

2. Enter a yield (in kilotons):

"Little Boy" - Hiroshima bomb (15 kt)

Рисунок 3.19 – Обираємо потужність бомби

Далі необхідно обрати яким буде вибух в цьому випадку. Я обираю наземний вибух, коли бомба торкнулась поверхні Землі.

3. Basic options: Height of burst: [?] Airburst Surface

Other effects: Casualties Radioactive fallout

Рисунок 3.20 – Обираємо наземних вибух

Запускаємо формування результатів за допомогою кнопки «Detonate».

4. Click the "Detonate" button below.

Note that you can drag the target marker after you have detonated the nuke.

Рисунок 3.21 – Запуск програмного забезпечення

Отримуємо результат вибуху у вигляді кола різного кольору з різним радіусом.

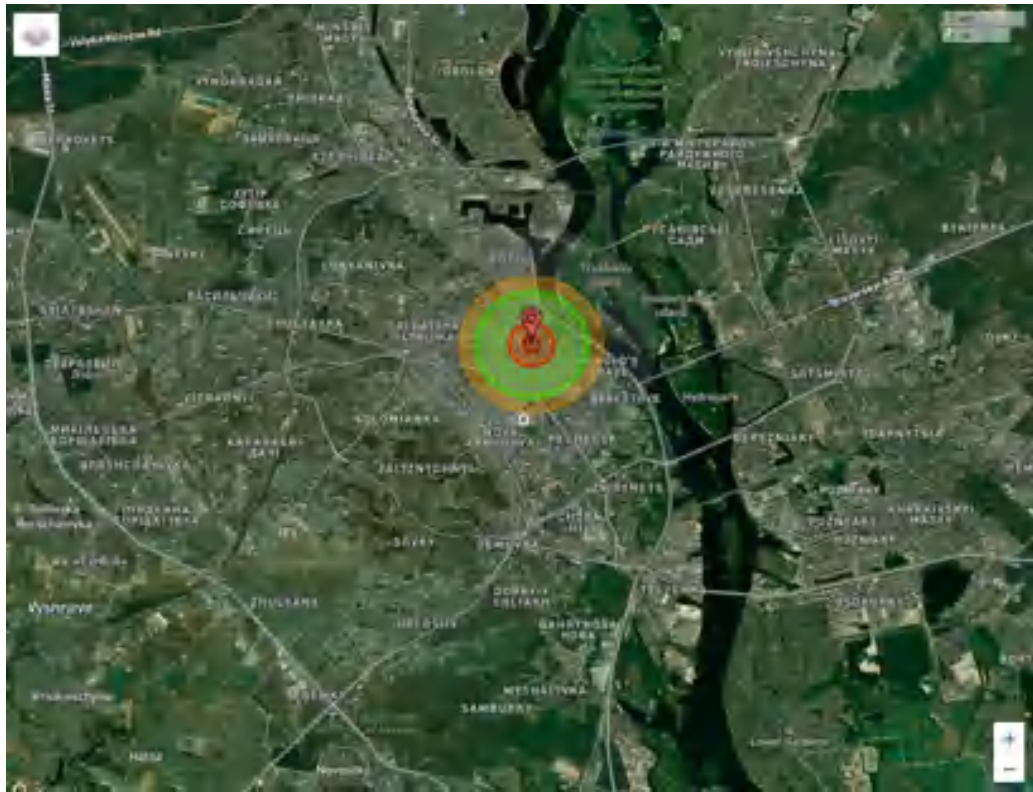


Рисунок 3.22 – Отриманий результат

Збільшуємо масштаб карти для більш чіткого аналізу впливу вибуху.



Рисунок 3.23 – Отриманий результат

Навколо вибуху утворились колоподібні зони. Кожна зона несе різні ушкодження для людей, навколишнього середовища та обладнання.



Радіус огненного шару: 230 м (0,17 км²)

максимальний розмір ядерного вогненного шару; ставлення до пошкодження землі залежить від висоти детонації. Якщо це стосується землі, кількість радіоактивних осадків значно збільшується. Все, що знаходиться всередині вогненного шару, ефективно спаяється.



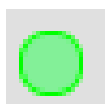
Радіус ураження важким вибухом (20 фунтів на квадратний дюйм): 0,54 км (0,9 км²)

При вибитому давленні 20 фунтів на квадратний дюйм важкі бетонні будівлі серйозно пошкоджені або зруйновані; смертність наближається до 100%. Часто використовується в якості еталона для важких ушкоджень в містах.



Розмір радіуса ураження вибухом (5 фунтів на квадратний дюйм): 1,13 км (4 км²)

При вибитому давленні 5 фунтів на квадратний дюйм більшість житлових зданій руйнується, травми носять універсальний характер, широко поширені випадки смерті. Вірогідність виникнення пожежі в комерційних і житлових приміщеннях висока, а пошкоджені таким чином будівлі підтверджені високому ризику поширення вогню. Часто використовується в якості орієнтира для середнього збитку в містах.



Радіус випромінювання (500 бар): 1,34 км (5,64 км²)

500 бер доза іонізуючого випромінювання; можливий летальний результат приблизно через 1 місяць; 15% вижитих в кінцевому підсумку загинуть від раку в результаті впливу.



Радіус теплового освітлення (опіки 3-й ступені): 1,68 км (8,92 км²)

Опіки 3-й ступені поширюються на всі шари шкіри і часто безхворобні, оскільки руйнують хворобливі нерви. Вони можуть викликати серйозні рубці або інвалідність, а також можуть потребувати ампутації. 100%-на ймовірність опіку 3-й ступені при цій потужності становить 8,7 кал/см².

З додаткових ефектів додаємо швидкість вітру та його напрямок для точнішого врахування розповсюдження. Також додаємо функцію формування грибу вибуху.

Середня швидкість вітру 5,1 м/с = 11 міль/год.

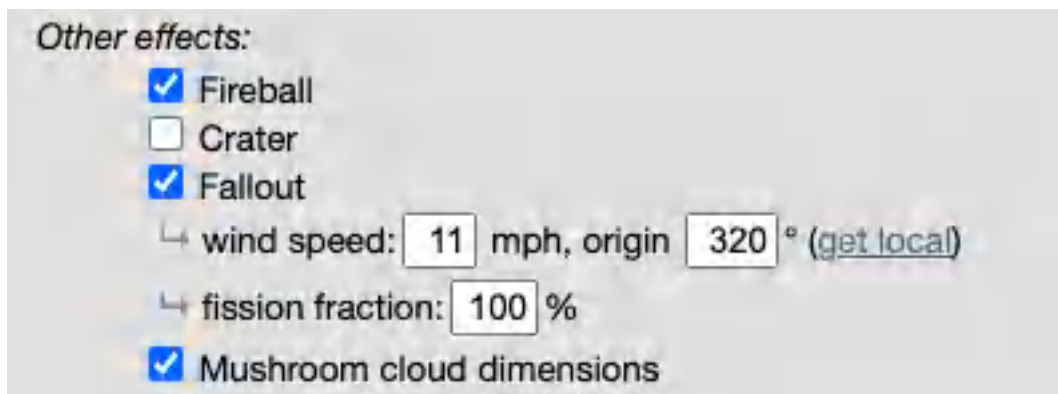


Рисунок 3.24 – Встановлюємо швидкість та напрямок вітру

Додатковою функцією обираємо радіоактивні опади, щоб спроектувати розповсюдження шкідливих речовин.

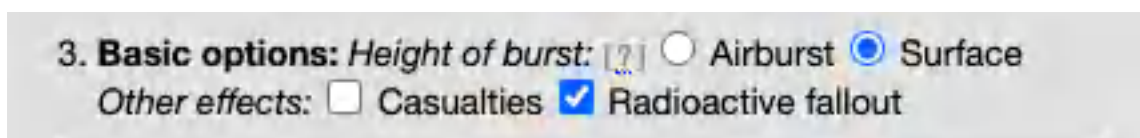


Рисунок 3.25 – Додаємо радіологічні речовини



Рисунок 3.26 – Отриманий результат з показником радіації

У гідросфері присутня значна кількість природних радіоактивних ізотопів, але і вже згадані вище ядерні відходи роблять певний внесок.

Швидкість поширення радіоактивних речовин у водному середовищі залежить як від конкретного ізотопу, так і від водойми. Акваторія Дніпра та його приток займає до 5,6% площі сучасного Києва. В межах міста Дніпро знаходиться на 1333 км. Швидкість течії коливається від 03 до 12 м/с. Деякі речовини розчиняються у воді, інші залишаються у вигляді суміші, деякі майже повністю осідають на дно. Крім того, швидкість дрейфу вод сильно різниться у різних типах вод. Радіація буде розповсюджуватись на водою до всією центральної та східної України.



Рисунок 3.27 – Карта розповсюдження радіації

Для аналізу вибуху обираємо висоту підняття вибухової хвилі.
 $1968\text{ft} = 599,8464\text{ м}$

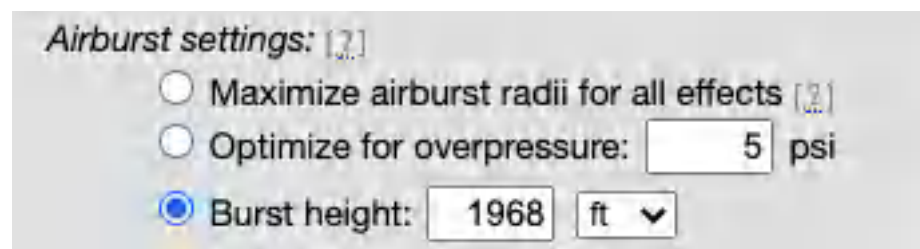


Рисунок 3.28 – Висота вибуху

Отримуємо результат підняття вибухового грибу:

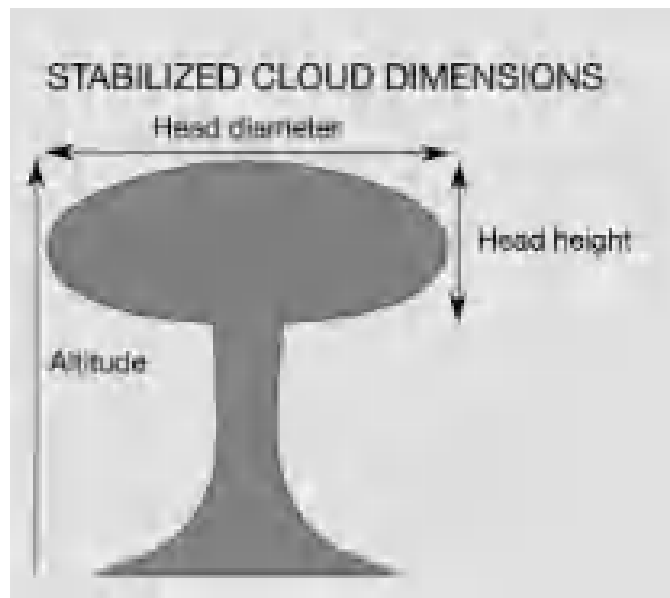


Рисунок 3.29 – Параметри вибухової хмари

↑Висота грибоподібної хмари: 6,58 км.

↔Діаметр голови грибоподібної хмари: 4,58 км

↑Висота голови грибоподібної хмари: 3,03 км

Ударна хвиля

Ядерний вибух має кілька факторів, що вражають. Першим є ударна хвиля. Її рух перевищує швидкість звуку в цьому середовищі, що призводить до значних руйнувань. Відбувається сильне стиснення повітря, яке дуже швидко поширюється на всі боки від центру вибуху. Хвиля розламає все на своєму шляху, розмітаючи у різні боки уламки будівель, уламки скла, шматки дерев та частини техніки. А оскільки в момент вибуху в його центрі утворюється вакуум, після припинення дії ударної хвилі все те, що летіло від нього в різні боки, почне повертатися з такою ж швидкістю.

Світлове випромінювання

У момент вибуху ядерної бомби формується теплове випромінювання, що є спрямованою енергією у вигляді променів видимого спектру, ультрафіолету та інфрачервоних хвиль. У книзі «Ядерна зброя після "холодної війни"», авторів А. Г. Арбатова та В. З. Дворкіна, говориться, що, залежно від потужності боезаряду, дія світлового випромінювання коливається від часток

секунди до кількох його десятків. Але навіть за цей незначний час у будь-якої живої істоти, яка опинилася в радіусі поразки, миттєво виникає обвуглювання та оплавлення всіх тканин. Навіть якщо людина знаходиться від епіцентру вибуху настільки далеко, що не постраждає від наступної ударної хвилі, засліплення та опіки шкіри різного ступеня важкості їй все одно гарантовано.

Радіація

Разом із світловим випромінюванням виникає проникаюча радіація. Це потоки гамма-променевих компонентів, здатних іонізувати будь-яку речовину, у тому числі живу плоть. Потрапляючи до клітин тканин людського тіла, вони негативно діють на атоми, з яких ті складаються. Це призводить до швидкої загибелі та подальшої нежиттєздатності цілих органів та систем, що тягне за собою болісну смерть. Але навіть якщо людина знаходиться на досить віддаленій відстані від епіцентру вибуху та проникаючої радіації, вона все одно опиниться в місці, де поширяться ядерне забруднення. У книзі К. Зігбана, «Альфа, бета та гамма-спектроскопія. Методи ядерної спектрометрії», йдеться про те, що в деяких боєзарядах може використовуватися наведена радіоактивність. Тобто після удару бомби в ґрунті спеціально утворюються речовини, здатні випромінювати радіацію. Але головну небезпеку для людей і тварин, які опинилися дуже далеко від епіцентру такого вибуху, є радіоактивні хмари, які на значну відстань розносять вітер. В результаті радіоактивні частинки потім випадають з опадами, забруднюють землю, озера та річки.

Прогнозована смертність від такого вибуху – 23970 чоловік. Кількість постраждалих – 49250 чоловік.

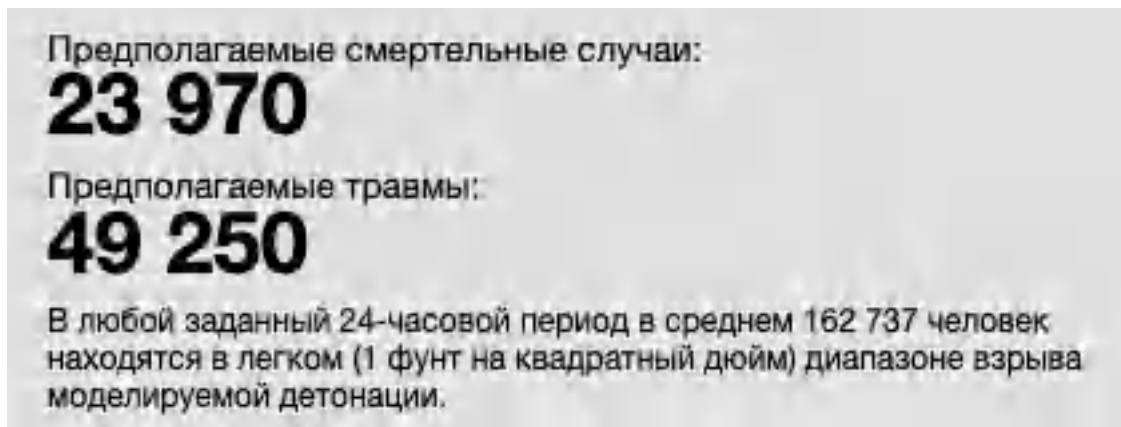


Рисунок 3.30 – Кількість жертв (рос. мовою)

Очікувані контури загальної дози випромінювання для вибуху на поверхні 15 кілотонн із вітром 11 миль/год:

Контур радіоактивних опадів для 10 рад на годину:

Максимальна відстань хмари за вітром: 62,7 км

Максимальна ширина: 6,53 км

Приблизна площа ураження: 488 км²

Як радіація впливає на організм людини

Очікувані контури загальної дози випромінювання для вибуху на поверхні 15 кілотонн із вітром 11 миль/год:

Процес впливу радіації на організм називається опроміненням. Це вкрай руйнівна сила, яка трансформує клітини, деформує їх ДНК, призводить до мутацій та генетичних ушкоджень. Деструктивний процес може запустити лише одна частка радіації.

Дію іонізуючого випромінювання фахівці порівнюють зі сніжною грудкою. Починається все з малого, потім процес наростає доти, доки не настануть незворотні зміни. На атомарному рівні це відбувається так. Радіоактивні частинки летять із величезною швидкістю, вибиваючи при цьому електрони з атомів. В результаті останні набувають позитивного заряду. «Чорна» справа радіації полягає лише у цьому. Але наслідки таких перетворень є катастрофічними.

Вільний електрон та іонізований атом вступають у складні реакції,

внаслідок яких утворюються вільні радикали. Наприклад, вода (H₂O), що становить 80% маси людини, під впливом радіації розпадається на два радикали – H та OH. Ці патологічно активні частинки вступають у реакції з важливими біологічними сполуками – молекулами ДНК, білків, ферментів, жирів. В результаті в організмі зростає кількість пошкоджених молекул і токсинів, страждає на клітинний обмін. Через деякий час уражені клітини гинуть чи їх функції серйозно порушуються.

Що відбувається з опроміненим організмом. Через пошкодження ДНК та мутації генів клітина не може нормально ділитися. Це найнебезпечніший наслідок радіаційного опромінення. При отриманні великої дози кількість постраждалих клітин настільки велика, що можуть відмовляти органи та системи. Найважче сприймають радіацію тканини, в яких відбувається активний поділ клітин:

- кістковий мозок;
- легені,
- слизова оболонка шлунка,
- кишечник,
- статеві органи.

Очікувані контури загальної дози випромінювання для вибуху на поверхні 15 кілотонн із вітром 11 миль/год:

Причому навіть слаборадіоактивний предмет за тривалого контакту завдає шкоди організму людини. Так, міною уповільненої дії можуть стати вам улюблений кулон або об'єктив фотоапарата.

Величезна небезпека впливу радіації на живі організми полягає в тому, що довгий час вона себе не проявляє. «Ворог» проникає через легені, ШКТ, шкіру, а людина навіть не підозрює про це.

Залежно від ступеня та характеру опромінення його результатом стають:

- гостра променева хвороба;
- порушення роботи ЦНС;
- місцеві променеві ураження (опіки);

- злоякісні новоутворення;
- лейкози;
- імунні захворювання;
- безплідність;
- мутації.

3.6 Як діяти у разі застосування "брудної бомби"

Під час вибуху потрібно діяти максимально швидко. Ваша безпека залежить від кожної частки секунди. Потрібно заздалегідь подбати про укриття, тривожну валізку, запас води та харчів.

Найкращий спосіб пережити радіаційний удар у місті – підвал із залізобетонним перекриттям. Він добре захистити від радіації та руйнувань. Бажано, щоб ваше укриття мало щонайменше два виходи, один з яких обладнано так, щоб його не завалило шматками. Там має бути запас їжі та води орієнтовно на тиждень. Сховатися можна і в будь-якому іншому приміщенні, але варто триматися якомога далі від стін і підбадьорити, щоб ззовні попадало якнайменше повітря. Основна кількість радіації буде поширюватися з пилом від вибухів, який буде осідати на зовнішніх частинах будівель. Усі радіоактивні речовини, а також пил небезпечні для здоров'я, якщо їх вдихнути. Побачити радіацію чи її відчути неможливо.

Якщо ви опинилися на вулиці

- Закрийте рот і ніс тканиною, максимально прикрийте шкіру і залиште вулицю якнайшвидше
- Не торкайтеся предметів на землі після вибуху - вони можуть бути радіоактивними
- Швидко ховайтесь у будівлі, де є стіни та вікна. Найкраще – знайдіть укриття, яке вас захистить.
- Зніміть одяг та складіть у герметичний пакет. Це дозволить позбутися 80-90% радіоактивного забруднення. Пакет приберіть туди, де він не

завдасть вам шкоди, іншим людям і тваринам.

- Прийміть душ із милом, вмийтеся, вимийте волосся. Якщо немає води – використовуйте серветки.
- Слідкуйте за оголошеннями влади – телефон, радіо, телевізор, радіоточка.

Якщо ви у будівлі:

- Закрийте щільно всі вікна та двері, закрийте кватирки, вентиляцію, вимкніть кондиціонер.
- Якщо будинок пошкоджено, знайдіть інше укриття.
- Проведіть процедуру очищення, описану вище.

Якщо ви в машині:

- Закрийте вікна, вимкніть кондиціонер, опалення та вентиляцію.
- Закрийте ніс та рот тканиною.
- Доберіться до найближчого укриття або цілої будівлі і сховайтеся там.
- Якщо ви далеко від населених пунктів, то залишайтеся у машині, з'їжджайте на узбіччя, не виходьте на вулицю. Увімкніть радіо, щоб отримати необхідну інформацію.

Важливо! Не використовуйте продукти, які не були герметично запечатані. Не чіпайте предметів, які могли бути забруднені. Пити воду можна лише з пляшок.

ВИСНОВКИ

В процесі виконання роботи було досліджено основні особливості роботи брудної бомби та її вражаючу дію при використанні.

Було проведено дослідження можливостей сучасних ГІС-технологій проектування вибуху, а також проаналізовано вплив радіаційних часток на території України .

Отримані результати були проаналізовані на оцінено ймовірність розповсюдження радіації. Було досліджено карту руйнувань прилеглих територій та особливості впливу на електромережу. В результаті отримано супутникові знімки з зображенням розповсюдження шкідливих речовин.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Атомна бомба // Пономарьов Л. І. Під знаком кванта / Леонід Іванович Пономарьов. - 1984, 1989, 2007.
2. Атомне полум'я // Ардашев А. Н. Вогнеметно-запальна зброя: ілюстрований довідник. - Агінський, Балашиха: АСТ: Астрель, 2001. - Гол. 5. - 288 с. - (Військова техніка). - 10 100 прим. - ISBN 5-17-008790-X.
3. / Види ядерних вибухів // Зброя масової поразки - Nano-Planet.org, 12.05.2014 – № 42. – С. 111–119.
4. КОЛЕКТИВНА НАУКОВА МОНОГРАФІЯ Культурна та історична спадщина, урбаністика та будівництво як форми мистецького надбання Видання 1 УДК 728.1.012 ФОРМУВАННЯ ЩІЛЬНОЇ ЗАБУДОВИ, СЕРЕДНЬОЇ ПОВЕРХОВОСТІ
5. Яблоков А. В. Неминучий зв'язок ядерної енергетики з атомною зброєю: доповідь. - Беллона, 2005.
6. Ядерні технології. Том 207, 2021 р. - Випуск sup1: Спеціальний випуск про Манхеттенський проект розвитку ядерної науки та технологій у Лос-Аламоській національній лабораторії.
7. Станкевич С.А. Застосування сучасних технологій аерокосмічного знімання в аграрній сфері / Станкевич С.А., Васько А.В. // Наукові аспекти геодезії, землеустрою та інформаційних технологій: матеріали наук.-практ. конфер. – 2011. – С. 44–50.
8. / Grenzdörffer G., Niemeyer F., Schmidt F. // The international archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences. – XXII ISPRS Congress. Melbourne. – 2012. – P. 250-271.
9. "Nuclear Weapon Thermal Effects". Special Weapons Primer, Weapons of Mass Destruction. Federation of American Scientists. 1998. Archived from the original on 22 April 2013. Retrieved 5 November 2013.
10. [Електронний ресурс] <https://n-slovo.com.ua/2021/11/25/%D1%80%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%BE%D0%>

B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%B9-
%D1%80%D0%B0%D0%B4%D1%8F%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%
D0%B8%D0%B9-%D1%81%D0%BF%D0%B0%D0%B4%D0%BE%D0%BA-
%D0%BD%D0%B0-%D0%BA/

11. [Електронний ресурс] <https://nplus1.ru/news/2017/11/20/Chernobyl-fission>

12. [Електронний ресурс] <https://brovary.net.ua/novi-dbn-shho-zminytsya-u-planuvanni-ta-zabudovi-terytorij-chastyna-1/>

13. [Електронний ресурс] <https://nuclearsecrecy.com/nukemap/>

14. [Електронний ресурс] <https://u-karty.ru/sputnik-ua/kiev-so-sputnika.html>

15. [Електронний ресурс] <https://www.rbc.ua/ukr/styler/shcho-take-brudna-bomba-koyu-lyakayut-rosiyani-1666625047.html>

16. ДБН А.3.2-2-2009 „Охорона праці і промислова безпека у будівництві”.

17. ДБН Б.2.2-12:2019 Державні будівельні норми «Планування та забудова території»

ДОДАТОК А

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ГІС АНАЛІЗУ ДЛЯ ОЦІНКИ ЙМОВІРНИХ НЕГАТИВНИХ НАСЛІДКІВ У ВИПАДКУ ВИКОРИСТАННЯ «БРУДНОЇ БОМБИ» НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

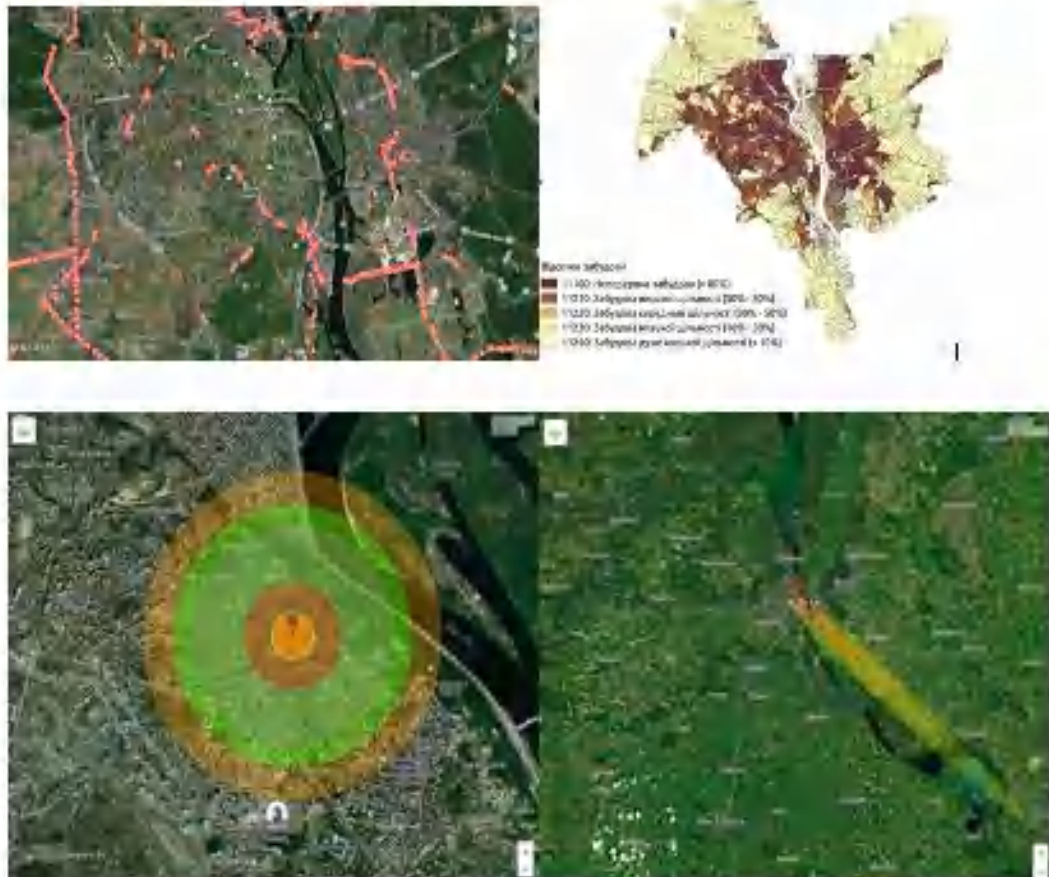
Студент: ~~Давидова~~ О. В., гр. 462м.

Берітьник: Бутенко О. С., ~~цтд.~~ професор

Мета дипломної роботи: аналіз та візуалізація зруйнованої інфраструктури. Фіксування нанесеної шкоди, прогнозування розповсюдження радіації на території Китаю та всієї країни.

Об'єкт дослідження: аналіз можливих наслідків підризу «брудної бомби»

Предмет дослідження: методи ГІС - аналізу для оцінки ймовірних негативних наслідків у випадку використання "брудної бомби"



ДОДАТОК Б

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет

ім. М. С. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»

Факультет ракетно-космічної техніки

Кафедра геоінформаційних технологій та космічного моніторингу Землі

кваліфікаційна робота магістра за напрямом 193 "Геологія та землеустрій"

**«Використання методів ГІС аналізу для оцінки ймовірних
негативних наслідків у випадку використання "брудної бомби"
на території України»**

Студент: Памірова О. В.

Керівник: Бутенко О. С.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ

В сучасних умовах ведення бойових дій агресором на території України важливе значення має прогнозування та попередження негативних наслідків використання ворогом різноманітних видів зброї. Особлива увага приділяється погрозам агресора в використанні ядерної зброї, в тому числі "брудної бомби".

Існує думка, що матеріали для бомби можна взяти на трьох чинних АЕС, Чорнобильській, що не діє, пунктах поховання радіоактивних відходів, підприємствах хімічної та атомної промисловості.



Тому, метою роботи є аналіз та візуалізація зруйнованої інфраструктури. Фіксування нанесеної шкоди, прогнозування розповсюдження радіації на території Києва та всієї країни.

Об'єктом роботи є аналіз можливих наслідків підриву «брудної бомби»

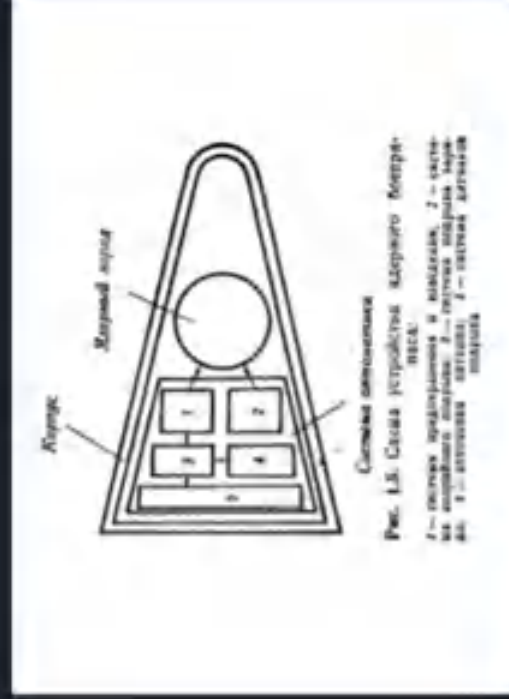
Предметом дослідження є методи ГІС - аналізу для оцінки ймовірних негативних наслідків у випадку використання "брудної бомби"

ЯДЕРНА ЗБРОЯ

Джерелом енергії ядерного вибуху є процеси, які у ядрах атомів хімічних елементів. При різних перетвореннях ядер - розподіл важких ядер на дві частини (уламки) або з'єднанні легких ядер - протягом дуже малого проміжку часу звільняється величезна кількість енергії, званої ядерної енергією.

Залежно від типу ядерного заряду і характеру вибухових реакцій, що відбуваються, розрізняють два основні види ядерних боєприпасів:

- атомні (ядерні)
- термоядерні.





ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДІОЛОГІЧНОЇ ЗБРОЇ

"Так звана брудна бомба – це тип зброї, який був розроблений та випробуваний понад 75 років тому на початку атомної ери, але ніколи не використовувався військовою силою.

"Брудна бомба" - один із різновидів радіологічної зброї. Це зброя масового ураження.

На Кіровоградщині радіоактивні поховання переважно містять цезій та стронцій, які опромінюють і ґрунт, і рослини навколо відходів.

Radioactive Dispersal Device (RDD)



АНАЛІЗ ТЕРИТОРІЇ ВИКОНАНИХ РОБІТ



Об'єкт дослідження є місто Київ, Столиця України, один з найбільших і найстаріших міст Європи.

Площа. В адміністративних межах – 83,6 тис. га (836 кв. км).

Нині Київ є найгустонаселенішим містом України, значно випереджаючи за чисельністю населення Харків, що слідує за ним населенням 2 952 301 (1 січня 2022) його територія державного підпорядкування також є однією з найгустонаселеніших адміністративно-територіальних одиниць країни, з щільністю населення - 3516,93 особи/км²



ДАНІ ПРО ДАТУ ПІДРИВУ ТА ОЦІНКА ЗБРОЇ

За основу досліджень взята дата 31 жовтня 2022 року.

- Температура повітря: 7,5°C
- Атмосферний тиск: 749 мм рт.ст.
- Вологість: 68%
- Вітер: 5,1 м/с; південно-східного напрямку

За основу розрахунків взято відому модель атомної бомби "Little boy".

- Вага: 9700 фунтів
- Довжина: 10 футів; Діаметр: 28 дюймів.
- Фактично: 1,38% радіологічних речовин.
- Вибухова сила: 15 000 тонн тротилового еквіваленту

Понеділок
31
ЖОВТНЯ

16:45 (16:31)

температура	вітер	тиск	вологість	сонце	місяць
+9°	+10°	+6°	+8°	+10°	+8°
16°	17°	17°	17°	17°	17°
746	746	748	748	748	751
83	80	71	52	45	59
6.0	6.4	5.8	5.8	6.7	3.8
6.0	6.4	5.8	5.8	6.7	3.8

Бранді у ліній розподілено, зміна (всього 18 200 одиниць) днів більше не з'явиться. Без опілля.



АНАЛІЗ ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ ТА КОМУНІКАЦІЙ

Була проведена оцінка щільності забудови



Розміщення вишок стільникового зв'язку



Об'єднана енергетична система України



Ліній електропередач (ЛЕП)



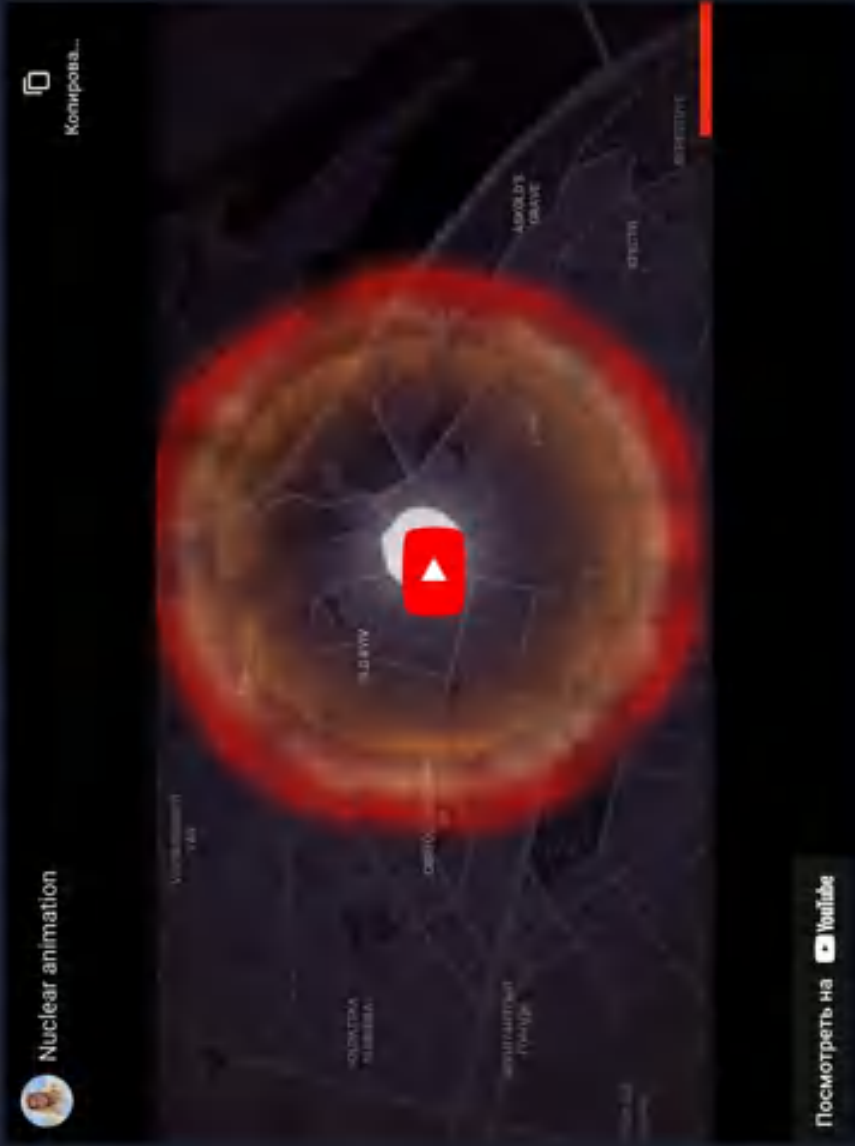
ПРОЕКТУВАННЯ КАРТИ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ВИБУХУ

За допомогою програмного забезпечення на сайті <https://nuclearsecurity.com/lukeemap/> точкою прибуття ракети встановлено центр міста Києва.

При введенні даних про погодні умови, силу вибухового механізму та оточуючої інфраструктури, отримуємо результат вибуху.



АНІМАЦІЯ ЙМОВІРНОГО ВИБУХУ



РОЗПОВСЮДЖЕННЯ РАДІОАКТИВНИХ РЕЧОВИН ТА ЖЕРТВИ



STABILIZED CLOUD DIMENSIONS



- ↑ Висота грибоподібної хмари: 6,58 км.
- ↔ Діаметр голови грибоподібної хмари: 4,58 км
- ↓ Висота голови грибоподібної хмари: 3,03 км

Предполагаемые смертельные случаи:

23 970

Предполагаемые травмы:

49 250

В любой заданный 24-часовой период в среднем 162 737 человек находится в легком (1 фунт на квадратный дюйм) диапазоне взрыва моделируемой детонации.

РЕЗУЛЬТАТ РОБОТИ

- Було проведено дослідження можливостей сучасних ГС-технологій проєктування вибуху
- Проведено аналіз та візуалізацію картографічних моделей зруйнованої інфраструктури міста
- Фіксування нанесеної шкоди
- Прогнозування розповсюдження радіації на території Києва та всієї країни.
- Оцінки ймовірних негативних наслідків у випадку використання “брудної бомби”
- Дані рекомендації по захисту життя в разі використання вибухового пристрою