

**Войтюк Олена**

*доктор філософії з історії та археології, доцент  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
<https://orcid.org/0000-0002-7670-6849>*

## **Становлення ядерного потенціалу та його вплив на військово-стратегічні концепції провідних держав (1930-ті - 1945 рр.)**

**Анотація.** У статті проаналізовано перші ядерні програми Німеччини, Великої Британії, США та СРСР. Показано, що їхній розвиток відбувався в умовах різної ресурсної забезпеченості, специфічних політичних рішень та відмінних інституційних механізмів управління. Розкрито внесок провідних вчених, чий відкриття та дослідження у галузі поділу ядра, ланцюгових реакцій та отримання розщеплюваних матеріалів сформували науково-технологічну основу перших атомних проєктів і визначили напрями їх подальшої еволюції. Окреслено особливості взаємодії між науковою спільнотою та державними інституціями, які істотно впливали на динаміку реалізації ядерних програм та їхню ефективність. Визначено ключову роль політичних лідерів і військових діячів у формуванні пріоритетів організації робіт, забезпеченні режиму секретності та виробленні перших стратегічних концепцій, які ґрунтувалися на появі нового виду озброєнь. Показано, що модель організації ядерних досліджень у США та Великій Британії, яка заснована на тісній взаємодії науки й військово-державного апарату, виявилася найбільш дієвою, проте розвиток німецької програми стримували кадрово дезінтеграція, ресурсна недостатність та відсутність урядової підтримки. З'ясовано, що динаміка радянського проєкту визначалася активною діяльністю розвідувальних служб і зовнішньополітичними викликами. Обґрунтовано, що важливою складовою еволюції західних програм була міжнародна співпраця між США, Великою Британією та Канадою. Визначено, що створення ядерної зброї докорінно переорієнтувало військово-стратегічні концепції держав і стало підґрунтям повоєнної архітектури міжнародної безпеки.

**Ключові слова:** історія політичної науки; ядерна зброя; ядерна політика; «Манхеттенський проєкт»; Урановий клуб; геополітична безпека; міжнародні відносини.

**Актуальність теми дослідження** зумовлена тим, що нині ядерна зброя залишається одним із ключових факторів формування глобальної політичної архітектури та системи міжнародної безпеки. Її поява та подальше поширення стали результатом взаємодії технологічних новацій та стратегічних інтересів держав, а також політичних рішень, що ухвалювалися під впливом провідних правлячих елітарних груп. У сучасних умовах трансформації режимів контролю над озброєннями, зростання загрози ядерної ескалації та перегляду стратегічних доктрин провідних держав вивчення історичних передумов виникнення ядерного потенціалу держав є концептуально значущим. Упродовж 1930-х – 1945 рр. були закладені ключові технологічні, концептуально-доктринальні та інституційно-політичні засади, які визначили подальший характер становлення глобальної ядерної архітектури, механізмів стратегічного стримування та розподілу сили між провідними державами. Дослідження цього періоду дозволяє простежити, яким чином взаємодія наукових інновацій, політичних рішень і воєнних потреб спричинила появу принципово нового типу озброєнь, яке й досі є одним із ключових чинників міжнародного впливу та стратегічної стабільності. Переосмислення історичного внеску наукових і військово-політичних еліт у розроблення ядерної зброї є важливим для сучасних етичних і політичних дискусій стосовно відповідальності за створення технологій із потенційно катастрофічними наслідками.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** У сучасній історіографії проблематика становлення ядерного озброєння та його ключової ролі в еволюції ядерних програм провідних держав світу активно осмислюється через аналіз ключових документів, архівних матеріалів і свідчень учасників цих подій.

Значний внесок у формування об'єктивної картини витоків атомної епохи становить праця Р.Хьюлетта та О.Андерсона, зокрема дослідження «Новий світ, 1939/1946», у якому реконструйовано розвиток американської атомної ініціативи. На основі розсекречених матеріалів і численних інтерв'ю автори простежують складну динаміку співпраці між США та Великою Британією [7]. Особливу увагу привертають дослідження С.Андюса, М.Андюса та Т.Мейсона, які присвячені ролі Канади у воєнних атомних проєктах. Автори підкреслюють, що у роки Другої світової війни Канада здійснила низку стратегічних кроків, які сприяли інституціоналізації її ядерної науки. Автори висвітлюють зокрема створення дослідницької лабораторії в Монреалі, де зосереджувалися роботи над важководним

реактором, і налагодження ланцюгів постачання важливої сировини, зокрема уранового оксиду, важкої води та полонію, а також участь канадських вчених та інженерів у практичних завданнях «Манхеттенського проекту» на території США [1]. Грунтовну реконструкцію подій, які пов'язані із випробуваннями за проектом «Трініті», надає А.Карр. На основі унікальних оригінальних записів автор пояснює технічні передумови необхідності першого ядерного тесту і простежує підготовку, яку здійснювала наукова група лабораторії Лос-Аламос, а також аналізує емоційні та фізіологічні наслідки події для персоналу [3].

Важливе місце в сучасних дослідженнях займає огляд Р.Муром роботи Р.Паерлса «Огляд розвитку британського проекту «Трубні сплави»». Мур Р. окреслює ранні відкриття вченого, реконструює перебіг організаційних трансформацій, які стосувалися розділення ізотопів урану та вироблення плутонію, а також демонструє, як британська ініціатива поступово інтегрувалася у ширшу американську програму і згодом оформилася у співпрацю у межах «Манхеттенського проекту» [9].

У публікації Д.Грицишена, А.Шевчука, В.Пашенка та А.Пасічника зроблено акцент на політичному мисленні В.Черчилля, який одним із перших усвідомив стратегічні та світоглядні наслідки проривів у ядерній фізиці. Дослідники показують його вплив на поглиблення англо-американської взаємодії у сфері атомних досліджень у роки Другої світової війни, а також аналізують зусилля, що спрямовані на збереження доступу Великої Британії до стратегічних ядерних технологій у повоєнний період [19].

Суттєвий інтерес становить праця П.Парка, С.Герцеля та Т.Коета «Міфи про ядерний графіт у Другій світовій війні». Автори досліджують технічні й ресурсні чинники, які визначали можливості ядерних програм Німеччини та США. На основі первинних німецьких та американських звітів воєнного часу вони демонструють, що відмова нацистського керівництва від розширення ядерного проекту була логічним наслідком обмежених ресурсів. У публікації підкреслено критичний дефіцит високоочищеного графіту на основі нафтового коксу, який був необхідним для створення ефективного ядерного реактора, що істотно відрізняло німецькі можливості від потужної промислової бази США [10]. Особливості німецької атомної програми досліджували М.Попп і П. де Клерк у праці «Особливості німецького уранового проекту 1939–1945». На основі аналізу поведінки провідних вчених, зокрема В.Гейзенберга, дослідники припускають, що, з огляду на побуювання стосовно втручання нацистського керівництва, інтелектуальні лідери німецького уранового проекту свідомо не прагнули швидкого створення ядерної зброї. У статті наголошено на академічному характері німецьких досліджень, нестачі політичної підтримки та слабкому організаційному управлінні, яке формувало унікальну специфіку цього проекту [14].

Значний масив додаткових матеріалів для осмислення історичної спадщини ядерної ери представлено у цифрових архівах «Atomic Heritage Foundation», «AtomicArchive» та у проекті «The Manhattan Project: An Interactive History». Ці ресурси містять структуровані біографічні дані про ключових науковців, військових і політичних діячів, а також оцифровані документи, свідчення очевидців, фотографії й відеоматеріали, які охоплюють значний спектр питань із розвитку атомної науки та її багатомірних наслідків.

**Методологічну основу дослідження** становить інтеграція загальнонаукових та спеціальних історико-політичних методів, які забезпечили всебічний аналіз формування ядерного потенціалу провідних держав світу. У роботі застосовано історико-порівняльний метод, який уможливив зіставлення траєкторій розвитку ядерних програм США, Великої Британії, Німеччини і СРСР та окреслення їхніх спільних і відмінних характеристик. Хронологічний метод дозволив реконструювати послідовність ключових наукових відкриттів і політичних рішень, які визначили динаміку розвитку ядерних проектів у воєнний період.

**Метою статті** є обґрунтування ролі наукової спільноти, воєнних діячів та політичних еліт у процесі формування стратегічних засад ядерного потенціалу провідних держав, з'ясування механізмів їхнього впливу на вироблення доктринальних підходів до стратегії стримування та визначення національних пріоритетів у сфері оборонної політики у період 1930-х рр. і до завершення Другої світової війни.

**Викладення основного матеріалу.** Первинний етап вивчення феномену «ядерного поділу», який відбувався наприкінці 1930-х рр., у надзвичайно стислий строк набув політичної значущості. Він трансформувалася із суто теоретичної наукової проблематики у предмет стратегічних державних рішень. Така зміна статусу наукових досліджень спричинила ініціювання безпрецедентних за масштабом військово-технологічних проектів. У їх межах активну участь взяли ключові наукові еліти, військові та політичні актори Німеччини, Сполучених Штатів Америки (США), Сполученого Королівства Великої Британії та Північної Ірландії (Велика Британія), Канади та Радянського Союзу (СРСР).

Передумовою створення ядерного арсеналу держав є фундаментальні відкриття європейських науковців. У вересні 1933 р. Л.Сілард (Leo Szilard)<sup>1</sup> формулює концепцію використання ланцюгової

---

<sup>1</sup> угорсько-американський фізик. У 1942 р. працював з Е.Фермі над створенням першого у світі штучного ядерного реактора «Chicago Pile-1»; у 1945 р. склав лист, який підписали десятки вчених «Манхеттенського проекту», із закликом до президента США Г.Трумена провести демонстрацію ядерної бомби для японців, перш ніж використовувати її проти міста [15].

реакції, яка заснована на послідовних зіткненнях нейтронів з атомними ядрами як механізму для вивільнення значних обсягів енергії. Він також передбачав її потенційне застосування для створення бомб. У жовтні 1935 р. Британське військове міністерство (British War Office) відхилило пропозицію науковця стосовно безоплатної передачі патентів на технології, які пов'язано з ядерною енергією, з метою підпорядкування цих розробок британським нормам секретності. Однак у лютому 1936 р. відповідні патентні матеріали Л.Сіларда погодилося прийняти Британське адміралтейство (British Admiralty) [17].

У грудні 1938 р. німецькі дослідники О.Ган та Ф.Штрасманн експериментально підтвердили утворення радіоактивного барію унаслідок опромінення урану нейтронами. Дані, які вони отримали, були коректно інтерпретовані О.Фрішем (Otto Frisch)<sup>2</sup> та австрійсько-шведською фізикинею Л.Мейтнер як доказ явища «ядерного розщеплення» – поділу ядра урану [14, с. 634]. Експериментальні результати, які отримали вчені, стали вирішальним емпіричним підґрунтям для розуміння принципово нових ядерних процесів у важких елементах. Ці відкриття стали якісно новим етапом у розвитку ядерної фізики та започаткували нову парадигму у військово-стратегічних дослідженнях.

У січні 1939 р. О.Фріш експериментально фіксує факт розщеплення ядер і разом із В.Арнольдод запроваджує до наукового дискурсу термін «поділ» для позначення цього явища. Водночас данський фізик Н.Бор на щорічній конференції з теоретичної фізики публічно оголошує про підтвердження факту ядерного поділу. Згодом вчений усвідомив, що ізотопи урану-235 та урану-238 характеризуються відмінними фізичними параметрами подільності. Теоретична критична рефлексія стосовно цих наслідків поділу розпочалася без зволікань. Сілард Л. миттєво усвідомлює, що продукти ядерного поділу характеризуються надлишком нейтронів, однак Дж.Р. Оппенгеймер (J. Robert Oppenheimer)<sup>3</sup> доходить теоретичного висновку про потенційну можливість створення вибухового пристрою на основі цього явища. Експериментальні дослідження Е.Фермі (Enrico Fermi)<sup>4</sup> та Г.Андерсона, які проводилися у березні 1939 р., а також результати, які отримав французький фізик Ф.Жоліо у квітні того ж року з підтвердження факту вивільнення вторинних нейтронів, засвідчили практичну можливість упрощення ланцюгової реакції поділу важких ядер [17]. На цьому етапі розвитку ядерної енергетики перейшов із площини гіпотетичних концепцій у сферу технологічних можливостей. Подальша її реалізація була обумовлена дефіцитом необхідних ізотопів (насамперед, урану-235 або новостворених елементів – плутонію) та потребою у ґрунтовних інженерних і виробничих ресурсах.

Доленосний характер наукових здобутків був обумовлений історичним контекстом – наближенням Другої світової війни. З огляду на наукові відкриття стосовно здатності ланцюгової реакції генерувати надзвичайно великі обсяги енергії, в Німеччині була сформована дослідницька ядерна програма, відома як «Урановий клуб» (Uranium Club, Uranverein – наукова група, що налічувала менше ста фахівців). Її ключовим завданням стала розробка і створення успішного працездатного ядерного реактора [10, с. 1]. Німецький урановий проект (German Uranium Project) був розпочатий у квітні 1939 р. Керівник дослідницького німецького військового управління озброєння (Heereswaffenamt, НВУО) Е.Шуман доручив своїм підлеглим миттєво акумулювати всі наявні публікації з цієї тематики, встановити постійні комунікації з ключовими інститутами ядерної фізики та ініціював будівництво експериментального об'єкта на південь від Берліна [14, с. 635]. У вересні 1939 р. у структурі НВУО було створено спеціалізований підрозділ під керівництвом фізика К.Дібнера. Це був перший у світі військовий орган, який відповідав за науково-технічний розвиток ядерної енергетики [13, с. 10].

Слід зазначити, що у 1939 р. перші теоретичні розрахунки параметрів ядерної ланцюгової реакції поділу урану здійснили також радянські вчені-фізики Я.Зельдович та Ю.Харітон в Інституті хімічної фізики АН СРСР. У 1941–1942 рр. вони завершили формування її повноцінної теоретичної моделі. Також цю тематику досліджували О.Лейпунський і Ф.Ланге в Харківському фізико-технічному інституті, а також Г.Фльоров і К.Петржак у Радієвому інституті АН СРСР. Важливим етапом систематизації робіт стала Всесоюзна нарада з фізики атомного ядра у листопаді 1940 р., де І.Курчатов<sup>5</sup> виступив з доповіддю «Поділ важких ядер». У ній було представлено формулу, що описувала механізм ядерного ланцюгового процесу, а також окреслено умови, які необхідні для його здійснення. Водночас, незважаючи на оптимістичні висновки, вчений наголошував на значних наукових і технічних труднощах, які необхідно подолати. Однак масштаби й темпи ядерних досліджень у Радянському Союзі (СРСР) були істотно обмежені початком німецько-радянської війни у 1941 р. [21, с. 42].

Світова наукова спільнота, значна частина якої складалася з вчених-емігрантів, що втекли від нацистських переслідувань, добре усвідомлювала, що Третій Рейх володіє висококваліфікованими фізиками-ядерниками та має доступ до уранових ресурсів. Це породжувало обґрунтовані побоювання,

<sup>2</sup> фізик австрійського походження, керівник групи «Critical Assemblies» в LANL у 1943-1945 рр. [15].

<sup>3</sup> американський фізик, керівник LANL у 1942–1945 рр. (дослідження та розроблення атомної бомби) [12].

<sup>4</sup> італійський фізик. У 1942 р. керував першою у світі самопідтримуваною ядерною реакцією в «Chicago Pile-1» [15].

<sup>5</sup> фізик-ядерник. Науковий керівник радянського атомного проекту з 1943 р. [18].

що А.Гітлер (Adolf Hitler)<sup>6</sup> може використати явище поділу ядра для створення нового типу зброї. Така загроза особливо чітко простежувалася у позиції Л.Сіларда. Він наполягав на негайній секретності відкриття та ініціював зусилля зі встановлення контролю над запасами урану. У липні 1939 р. вчений разом із Ю. Вігнером (Eugene Wigner)<sup>7</sup> та Е.Теллером (Edward Teller)<sup>8</sup> зміг переконати видатного науковця А. Ейнштейна звернутися до Президента США Ф.Д. Рузвельта із застереженням стосовно потенційної розробки Німеччиною атомної бомби. У «Листі Ейнштейна до президента Рузвельта» («лист Ейнштейна –Сіларда») наголошувалося, що останні дослідження Е.Фермі, Л.Сіларда та Ф.Жоліо свідчать про можливість створення «надзвичайно потужних бомб». Також наголошувалося, що США володіють лише низькоякісними урановими рудами та в обмежених обсягах. Однак родовища з високим вмістом урану були доступні в Канаді та колишній Чехословаччині, а стратегічно найважливішим джерелом урану залишалось Бельгійське Конго. За таких обставин науковець рекомендував президенту забезпечити постійний комунікаційний зв'язок між урядовою адміністрацією та групою американських фізиків, які досліджують ланцюгові ядерні реакції, а також регулярно інформувати відповідні державні департаменти про динаміку наукових результатів та надавати пропозиції стосовно політики уряду. Особливий акцент пропонувалося робити на питаннях гарантування стабільних поставок уранової руди для потреб США [5]. Слід зазначити, що ключова складність у створенні вибухового заряду на основі урану-235 полягала у необхідності його збагачення – підвищенні його вмісту в матеріалі. Неконтрольована самопідтримуюча ланцюгова реакція поділу, що реалізується за участю миттєвих нейтронів і становить фізичну основу ядерного вибуху, можлива лише за умови використання майже чистого металевого урану за досягнення визначеної - «критичної» маси. У природному урані концентрація ізотопу уран-235 становить близько 0,7% (основну частку матеріалу формує уран-238; частка урану-234 - приблизно 0,0057%) [20, с. 47].

Німецький урановий проєкт жодного разу не отримав системної політичної підтримки нацистського керівництва. Незважаючи на те, що у вересні 1939 р. було оприлюднено твердження про можливість створення вибуху т. зв. «штучного вулкана», ця публікація не викликала жодних масштабних уявних проєкцій чи стратегічних очікувань у керівництва Націонал-соціалістичної робітничої партії Німеччини (НСРПН) як ультраправої расистської та антисемітської політичної сили. Ця обставина принципово вирізняла німецькі дослідження від аналогічних програм, зокрема «Манхеттенського проєкту» у США, що був визначений як стратегічно пріоритетний і забезпечувався практично необмеженими фінансовими ресурсами. Науковий колектив «Уранового клубу» розділили між 22 інститутами (у 12 містах), що практично унеможливило системну взаємодію між дослідницькими групами. Більшість фахівців, які були залучені до виконання робіт у межах Німецького уранового проєкту, не були звільнені від мобілізаційних вимог і підлягали призову на військову службу. На початку 1940 р. НВУО видало розпорядження про запровадження суворого режиму секретності стосовно усіх результатів роботи. Серед учасників Уранового клубу періодично поширювали окремі закриті звіти. Додатковим ускладненням була «атмосфера недовіри між учасниками «Уранового клубу», зокрема прибічниками (Шуман, Дібнер, Багге) й критично налаштованими опонентами (Ган, Гартек, Гейзенберг, Герлах, Вірц) НСРПН. Кожен науковець, який не виявляв відкритої підтримки нацистського керівництва, змушений був виробляти власні стратегії співіснування з владою» [14, с. 636, 639].

У 1939–1941 рр. простежувалася характерна тенденція стосовно того, що невеликі групи науковців послідовно попереджали про потенційну загрозу ядерної зброї, однак ключові політичні еліти повільно, але врешті рішуче схвалювали проведення попередніх досліджень. З початком Другої світової війни усвідомлення ризику того, що нацистська Німеччина може здобути наукові знання, які необхідні для створення атомної бомби, стало одним із визначальних чинників мобілізації як наукової спільноти, так і політичних акторів, які згодом сформували основу «Манхеттенського проєкту». Частина дослідників досить рано дійшла висновку, що єдиним надійним засобом протидії появі нового виду озброєнь може стати «стратегія стримування», тобто розбудова власного ядерного арсеналу. Варто зауважити, що наукове середовище, яке долучилося до створення атомної бомби, було ідеологічно неоднорідним: серед учасників були як переконані комуністи (К.Фукс, Дж.Вайнберг, Д.Бом, Д.Грінглас), так і фізики з виразними лівими переконаннями (Дж.Оппенгеймер, Т.Голл, Дж.Ломаніц, М.Фрідман) [2, с. 4].

Аналогічний процес відбувався у Великій Британії та Канаді. У березні 1940 р. вчені британських наукових установ О.Фріш та Р.Паєрлс (Rudolf Peierls)<sup>9</sup> здійснили теоретичну оцінку критичної маси

<sup>6</sup> державний діяч, Рейхсканцлер Німеччини у 1933–1945 рр., політичний лідер НСРПН [18].

<sup>7</sup> угорсько-американський фізик і математик, керівник групи з проєктування виробничих ядерних реакторів, що перетворювали уран на збройовий плутоній-239 («Манхеттенський проєкт») [15].

<sup>8</sup> американський фізик угорського походження. Керівник групи у відділі теоретичної фізики LANL з 1943 р., один із розробників водневої бомби [15].

<sup>9</sup> британський фізик німецького походження. У 1943 р. працював з американською компанією «Kellogg Corporation» у межах робіт із розділення ізотопів урану, у 1944 р. очолював групу з розроблення імпульсної конструкції у складі відділу теоретичної фізики LANL [9, с. 374; 15].

ізоотопу урану [17]. Меморандум з першою робочою схемою розділення ізоотопів урану-235 для створення «супербомби», який вони підготували, став підґрунтям для формування Комітету MAUD (Military Applications of the Uranium Disintegration) – центрального дорадчого британського органу, що координував роботи зі створення атомної зброї [9, с. 374, 376].

Водночас після встановлення факту поділу ядер та можливості виникнення ланцюгової реакції Дж.Лоуренс (George Laurence), науковець Національної дослідницької ради Канади (National Research Council of Canada, NRC), у березні 1940 р. ініціював експериментальні роботи зі створення реактора на природному урані з використанням вуглецевого сповільнювача. Керівництво компанії «Eldorado Gold Mines, Ltd» забезпечило його оксидом урану та «відносно чистим» кальцинованим коксом, що мав виконувати функцію матеріалу для уповільнення нейтронів. Завданням вченого було отримання емпіричних даних стосовно потенційного енергетичного виходу та визначення приблизних параметрів критичного об'єму реактора. Ці ранні канадські дослідження фактично передували дослідом Е.Фермі в Колумбійському університеті та, після поширення інформації про результати NRC, сприяли встановленню певного рівня наукової координації між обома групами досліджень у 1941 р. [1, с. 134–135].

Комітет MAUD, який складався з провідних британських вчених на чолі з Г.Тізардом (згодом Дж.Томсоном) працював у режимі повної секретності. Його членам заборонялося залучати до робіт осіб, яких уряд класифікував як «нелегальних іноземців», що автоматично унеможливило участь О.Фріша та Р.Паєрлса. З міркувань безпеки до складу комітету не були включені також Г.Халбан (Hans von Halban)<sup>10</sup> і Л.Коварський, які прибули до Великої Британії з практично усіма наявними у світі запасами важкої води та кількома грамами урану. Однак згодом вони самостійно здійснили низку ключових експериментів, які підтвердили можливість здійснення керованої ланцюгової реакції [1, с. 135]. Улітку 1941 р. члени Комітету MAUD дійшли висновку («Звіт комітету MAUD»), що атомна бомба є не лише теоретично можливою, але й може бути створена впродовж кількох років за умови невідкладної концентрації зусиль. Британський науково-консультативний комітет визнав, що створення атомної бомби має стати пріоритетним напрямом державної політики. У своїх рекомендаціях він наполягав на будівництві у Великій Британії пілотного підприємства для розділення ізоотопу урану-235, а згодом – на спорудженні повномасштабного виробничого комплексу на території Канади. Зі свого боку прем'єр-міністр В.Черчилль (Winston Leonard Spencer-Churchill)<sup>11</sup>, який виявляв інтерес до проблематики атомної енергії ще у 1920–1930-х рр., сприйняв висновки MAUD як сигнал до надання роботам над бомбою найвищого пріоритету, попри те що країна перебувала у стані війни. Варто зазначити, що у 1931 р. він висловлював припущення про революційний характер атомної енергії, зокрема говорив про її потенціал, що «незрівнянно перевищує силу звичайних вибухових речовин» [19, с. 51–52], а у серпні 1941 р. передав уранове питання до Комітету начальників штабів (Chiefs of Staff Committee) і зауважував, що, «хоча я особисто цілком задоволений існуючими вибуховими речовинами, вважаю, що ми не повинні стояти на заваді вдосконаленням...» [7, с. 259].

30 серпня 1941 р. британський уряд заснував ядерну програму під назвою «Трубні сплави» («Tube Alloys») на чолі з В.Акерсом. Водночас В.Черчилль погодився з тим, що британська та американська програми мають бути об'єднані, а завод із дифузійного розділення ізоотопів був зведений у США [11]. Усвідомлюючи обмеженість британської матеріально-технічної бази, В.Черчилль як політичний новатор активно поширював ідею спільної союзницької розробки ядерної зброї. Це зумовило поглиблення міжнародної співпраці між британськими та американськими вченими. На першому засіданні Технічного комітету «Tube Alloys» (6 листопада 1941 р.) була підкреслена необхідність забезпечення державного контролю над усіма етапами ядерних досліджень. Комітет запропонував запровадити єдині правила стосовно регулювання патентів і публікацій, які, як очікувалося, мали бути погоджені обома країнами-партнерами. У січні 1942 р. В.Акерс, Ф.Саймон і Г.Халбан здійснили робочу поїздку до США для обміну технічною інформацією та обговорення перспектив подальшої координації, включно з механізмами державного контролю за патентними розробками. Згодом до делегації приєднався Р.Паєрлс. На цей момент американська програма вже зазнала значного прискорення, що створювало умови для глибшої двосторонньої співпраці [9, с. 378].

На політичному рівні саме «лист Ейнштейна – Сіларда», який передав Ф.Д. Рузвельту (Franklin Delano Roosevelt)<sup>12</sup> в жовтні 1939 р. економіст А.Сакс, значно вплинув на його рішення не допустити технологічного випередження з боку Третього Рейху і став рушійним фактором до започаткування американських досліджень у галузі ядерної зброї. Консультативний комітет президента з питань урану (Урановий комітет) став першим інституційним кроком федерального уряду США на шляху до створення атомної бомби. Його очолив фізик Л.Дж. Бріггс, а представництво з боку військових забезпечували полковник К.Ф. Адамсон (армія) та командир Г.К. Гувер (флот). Перше засідання комітету

<sup>10</sup> австрійський фізик. У 1942 р. керівник групи зі створення одного з перших у світі реакторів на важкій воді в Монреальській лабораторії [15].

<sup>11</sup> державний діяч, політик. Прем'єр-міністр Великої Британії у 1940–1945 рр. та 1951–1955 рр. [18].

<sup>12</sup> державний діяч. Президент США у 1933–1945 рр. [12].

відбулося 21 жовтня 1939 р., за участю А.Сакса, Л.Сіларда, Е.Теллера та Ю.Вігнера, а вже 1 листопада він рекомендував Білому дому виділити фінансування для закупівлі високочистого графіту, а також (за умови позитивних результатів початкових експериментів) додаткових коштів на придбання оксиду урану. У лютому 1940 р. перше державне фінансування було спрямовано до Колумбійського університету для підтримки досліджень Е.Фермі та його колег стосовно можливості здійснення самопідтримуваної ланцюгової реакції. На другому засіданні у квітні комітет підтвердив потребу у продовженні робіт, однак наполягав на їх поступовому й обмеженому розширенні. У червні 1940 р. Ф.Д. Рузвельт, з метою мобілізації американської науки в оборонних цілях, ухвалив рішення передати Урановий комітет до новоствореного Національного комітету оборонних досліджень (National Defense Research Committee, NDRC). Його очолив В.Буш (Vannevar Bush)<sup>13</sup>. Однак досвід першого року роботи виявив суттєві обмеження NDRC. Зосереджений переважно на дослідженнях, він не мав інституційних повноважень для переходу до етапів розробок і виробництва. У червні 1941 р. В.Буш отримав від президента згоду на створення нового органу – Управління наукових досліджень і розробок (Office of Scientific Research and Development, OSRD) і з того часу підпорядковувався безпосередньо президентові як керівник цього управління. NDRC на чолі з Дж.Конантом (James Bryant Conant)<sup>14</sup> стало консультативним органом, який відповідав за формування рекомендацій для OSRD. Це забезпечило роботам з урану ширше інституційне представлення та чіткішу координацію [4].

Водночас варто враховувати складність обставин, у яких перебували особи, що наділені значною державною відповідальністю. Жоден інженер чи вчений того часу не володів таким рівнем повноважень, як В.Буш та Дж.Конант. Теоретично вони могли б ухвалювати рішення оперативніше, однак вже у червні 1940 р. В.Буш взяв на себе завдання стратегічного масштабу – створення нової системи взаємодії між науковою сферою та державними інституціями для зміцнення національної оборони. Це вимагало від нього врахування не лише технологічних параметрів, але й персональних взаємин, політичних ризиків та бюрократичних обмежень. Разом із Дж.Конантом він оцінював перспективи використання урану крізь призму ширшої ролі науки в умовах надзвичайної ситуації. Обидва керівники змушені були ігнорувати надто оптимістичні припущення стосовно мирного використання атомної енергії та зосереджуватися виключно на воєнному вимірі проєкту. Їм доводилося шукати баланс між крайнощами (необґрунтованим песимізмом і завищеними очікуваннями) та будувати свої рішення виключно на перевірених даних і надійних емпіричних висновках [7, с. 52].

У грудні 1941 р. урановий відділ було реорганізовано у Комітет S-1 OSRD (термін «уран» вилучили з міркувань безпеки) [4]. У 1942 р. відсутність надійних даних стосовно фундаментальних фізичних процесів суттєво ускладнювала діяльність OSRD, яке намагалося визначити найбільш перспективну технологічну траєкторію отримання необхідного матеріалу. Протягом літа програма перебувала у стані стратегічної непевності та наростаючої фрустрації, доки В.Бушу не вдалося забезпечити повну підтримку військово-політичного керівництва. Оперативний контроль над проєктом було передано до Манхеттенського інженерного округу (Manhattan Engineer District, MED) армії США [7, с. 5].

У Німеччині до 1941 р. обсяги сталевих виробництв становили приблизно половину від потреб Вермахту<sup>15</sup>, а дефіцит вугілля та нафти вимірювався десятками млн т, що спричинило гостру нестачу побічних продуктів, зокрема коксу. Він був критично важливим ресурсом для металургійної та алюмінієвої промисловості. Усвідомлюючи стратегічну загрозу, А.Гітлер жорстко попереджав радників: «Якщо через нестачу коксу ми не збільшимо виробництво сталі відповідно до планів, війна буде програна», він наполягав на максимальному прискоренні темпів ефективного виробництва озброєння. Враховуючи ці структурні обмеження, німецьке керівництво орієнтувало військово-промислові програми на короткотривалі «блискавичні війни» (lightning wars) [10, с. 11].

Однак у грудні 1941 р., після переходу до затьяжної та виснажливої війни, ситуація радикально погіршилася. Істотного прогресу в ядерних дослідженнях досягнуто не було. У нових умовах НВУО оголосило, що роботи у межах «Уранового проєкту» можуть бути продовжені лише за умови впевненості в можливості їхнього практичного застосування у найближчій перспективі. Інвестування в програму створення атомної бомби означало б нераціональне витрачання дефіцитних ресурсів, яке могло б спричинити занедбання інших, найпріоритетніших військових інновацій. До того ж керівник НВУО Е.Леб остерігався можливого втручання партійних структур у технічні питання, і відмова від масштабної ядерної програми фактично убезпечувала НВУО від політичного тиску, який міг зашкодити іншим критично важливим напрямам роботи. Тому подальша координація цієї програми була передана

<sup>13</sup> державний діяч, американський інженер. У 1940-1941 рр. керівник NDRC, у 1941–1945 рр. керівник OSRD [12].

<sup>14</sup> американський хімік, урядовець. У 1941–1945 рр. керівник NDRC, у 1942–1943 рр. голова Комітету S-1 OSRD, у 1943 р. В.Буш і Дж.Конант увійшли до складу CPC, у травні 1945 р. – до складу Тимчасового комітету з питань розроблення рекомендацій стосовно доцільності застосування атомної зброї в умовах війни, а також визначення позиції США стосовно повоєнної політики у галузі атомної енергії [12].

<sup>15</sup> збройні сили нацистської Німеччини у 1935–1945 рр. [18].

Дослідницькій раді Рейху (Reichsforschungsrat). У червні 1942 р., після консультацій з вченими, які за майже три роки не змогли продемонструвати відчутного поступу, міністр озброєнь А.Шпеер дійшов висновку, що створення атомної бомби є недосяжним у часових межах війни. Леб Е. уже після капітуляції Німеччини зазначав, «що, на думку Управління, реалізація атомної зброї була неможливою з огляду на наявні дослідницькі потужності». Зі свого боку Е.Шуман охарактеризував німецький Урановий проєкт як «атомну нісенітницю», В.Гейзенберг підтверджував обрану ним лінію поведінки, зауважуючи, що «ми вважали дуже важливим, щоб ці речі залишалися в наших руках, тоді б ми завжди могли контролювати те, що відбувається, цього ми й досягли» [14, с. 639, 648]. Через те, що у звіті «Виробництво енергії з урану» ядерні дослідження не мали оперативного військового значення, німецькі вчені-фізики переорієнтували свої зусилля та активізували експериментальну роботу з важкою водою як потенційним сповільнювачем. За таких обставин «відсутність політичної підтримки проєкту не виступала перешкодою, яку необхідно було долати, а була радше цілеспрямованим результатом, якого прагнули як самі науковці, так і, ймовірно, керівництво НВУО» [10, с. 11].

З огляду на близькість Північної Америки до канадських покладів урану та перспективу взаємодії з американськими науковими зусиллями її було визначено як оптимальний регіон для розміщення британського ядерного проєкту. Однак міжнародний склад британської наукової місії породжував значні міркування безпеки, що унеможливило створення британського дослідницького центру на території США. Тому британська сторона запропонувала організувати ядерну дослідницьку установу в Канаді. У серпні 1942 р. відбулася зустріч з президентом Національної дослідницької ради Канади (National Research Council, NRC) доктором С.Дж. Маккензі. Він усвідомив важливість цієї ініціативи як для воєнних потреб, так і для отримання Канадою можливості долучитися «з самого початку до формування великого технологічного процесу». Незважаючи на те, що штаб-квартира NRC розташовувалася в Оттаві, новий ядерний дослідницький центр було вирішено створити в Монреалі (через наявність сучасного аеропорту, потужної університетської інфраструктури та віддаленості від численних іноземних посольств). Влітку 1942 р. дослідницька група під керівництвом Г.Халбана була переведена до Канади для організації Монреальської лабораторії, де науковці розпочали створення одного з перших у світі реакторів на важкій воді [1, с. 136].

Американські дослідницькі зусилля суттєво активізувало отримання В.Бушем підсумкового звіту Комітету MAUD з детальним аналізом конструкції атомної бомби й фінансовим витратам. Після схвалення у серпні Ф.Д. Рузвельтом програми зі створення атомної зброї – «Манхеттенський проєкт» (Manhattan Project), у вересні 1942 р. військове командування США призначило Л.Гровса (Leslie R. Groves)<sup>16</sup> керівником Манхеттенського інженерного округу. Він ухвалює ключові інженерні та організаційно-логістичні рішення, зокрема обирає Оук-Рідж (Теннессі) як центр із розділення ізотопів і Ганфорд (Вашингтон) – для виробництва плутонію. До того ж призначає Дж. Р. Оппенгеймера керівником Проєкту Y – лабораторії Лос-Аламос (Los Alamos National Laboratory, LANL), яка стала ключовою платформою американської програми зі створення ядерної зброї [17].

З того часу американським керівництвом було ухвалено визначальний комплекс рішень, які остаточно закріпили за США курс на створення атомної бомби як стратегічного інструмента ведення воєнних дій у межах Другої світової війни. Це вимагало безпрецедентної координації між науковцями, військовими структурами та політичним керівництвом. «Манхеттенський проєкт» став показовим прикладом моделі управління в умовах суворой секретності та в екстремально стислі терміни. Президент Ф.Д. Рузвельт надавав перевагу управлінню через делегування повноважень перевіреним керівникам. Саме тому він наділив В.Буша та Л.Гровса значною автономією. Особливо вагому роль відіграв Л.Гровс, який фактично став операційним керівником усього проєкту з відповідальністю за впровадження необхідних рішень. Водночас він визначав пріоритети робіт та забезпечував жорсткий режим секретності. Для запобігання витокам інформації уряд погодився на низку надзвичайних заходів – фінансування проєкту приховувалося у бюджеті Військового департаменту з мінімальним парламентським контролем; Л.Гровс, Г.Стімсон (Henry L. Stimson)<sup>17</sup>, В.Буш і кілька провідних учених володіли повною інформацією про прогрес у створенні бомби, а тисячі співробітників були зобов'язані дотримуватися суворой таємниці [16]. Сілард Л. мав обмежений доступ до робіт «Манхеттенського проєкту», однак Л.Гровс суттєво звузив його повноваження. На його рішення впливали як німецьке громадянство вченого, так і відверті пацифістські переконання Л.Сіларда. Ейнштейн А. був повністю усунутий від участі у проєкті. Військове командування кваліфікувало його як особу «непридатну» для допуску до надзвичайно секретних питань національної оборони, характеризуючи його як «крайнього радикала». Суворий режим секретності обмежував і діяльність ЗМІ - будь-які публікації, що стосувалися ядерного поділу, були категорично заборонені [22, с. 276]. Однак, незважаючи на ризики інформаційних витоків та суворі правила безпеки, до британської ядерної програми вже у 1941 р. фактично проникли кілька агентів радянської розвідки, зокрема К.Фукс, Д.Маклін і Г.Берджесс [11]. Водночас у межах

<sup>16</sup> державний діяч, військовий генерал, командувач Інженерного округу Манхеттен у 1942-1946 рр. [12].

<sup>17</sup> державний діяч, військовий міністр США у 1940-1945 рр. [12].

розвідувальної операції «Алсос» співробітники спецслужб «Манхеттенського проєкту» збирали інформаційні матеріали та документацію стосовно прогресу німецьких науковців у розвитку їхньої ядерної програми [20, с. 49].

Радянська атомна програма набула суттєвого прискорення після отримання розвідувальних даних про інтенсивні американські роботи зі створення атомної бомби. У 1942 р. Й.Сталін<sup>18</sup> ініціював формування повноцінної державної програми у галузі ядерних досліджень. У вересні Державний комітет оборони СРСР (ДКО – вищий надзвичайний орган політичного управління воєнного часу) ухвалив постанову «Про організацію робіт з урану», якою Академії Наук СРСР доручалося відновити дослідження можливостей використання атомної енергії. У лютому 1943 р. ДКО прийняв чергову постанову, яка була безпосередньо спрямована на розгортання практичних робіт зі створення атомної бомби. Загальне керівництво цією програмою здійснював В.Молотов<sup>19</sup>. Науковим керівником проєкту було призначено І.Курчатова, який організував масштабний комплекс експериментальних досліджень зі створення уран-графітового реактора. Вчений розглядав кілька потенційних конфігурацій реакторних систем, зокрема ланцюгову реакцію у природному урані та урані-235, у сумішах природного урану з важкою водою, а також у системі природний уран – графіт. Для координації робіт була створена мережа спеціалізованих науково-дослідних лабораторій та залучено науковців із провідних академічних інститутів [21, с. 42–43].

Незважаючи на значний поступ у Монреальській лабораторії, подальший розвиток канадської ядерної програми вимагав усунення проблеми недостатньої координації між канадсько-британськими та американськими дослідницькими ініціативами. У серпні 1943 р. В.Черчилль, Ф.Д. Рузвельт і В.Маккензі Кінг (William Lyon Mackenzie King)<sup>20</sup> провели зустріч у Квебеку з метою узгодження спільних воєнних і науково-технічних зусиль трьох держав [1, с. 137]. 19 серпня було підписано Квебекську угоду, яка загалом відтворювала основні положення п'ятиелементного плану В.Черчилля щодо двосторонньої співпраці зі США. Насамперед стосовно регулювання доступу до інформації, умов використання атомної зброї та спільного контролю над її використанням. Для забезпечення «повної та ефективною координації» було створено Об'єднаний комітет з політики (Combined Policy Committee, CPC). До його складу увійшли представники США, Великої Британії та Канади. Угода також забезпечувала «Манхеттенському проєкту» доступ до британських запасів урану, створення дослідницького центру в Монреалі та долучення британських науковців до американської програми [11].

У вересні 1944 р. у Квебеку відбулася друга зустріч, де В.Черчилль та Ф.Д. Рузвельт підписали меморандум, який передбачав, що «повне співробітництво між урядами США та Великої Британії у розвитку проєкту “Tube Alloys” для військових і цивільних цілей має тривати і після поразки Японії, доки не буде припинене за взаємною згодою». Однак підписання цього меморандуму викликало занепокоєння В.Буша, який передбачав, що виключення СРСР з цього процесу потенційно закладе підґрунтя для майбутньої гонки озброєнь між державами-союзниками, що здобудуть перемогу у війні [19, с. 53].

У межах «Манхеттенського проєкту» науковий колектив LANL на чолі з Дж.Р. Оппенгеймером здійснював розроблення двох принципово різних конструкцій ядерних бомб. Найбільш перспективним саме тоді вважався «гарматний» підхід. З інженерної точки зору така схема забезпечувала відносну технологічну простоту і значно вищу надійність порівняно з альтернативними варіантами. Плутонієва бомба гарматного типу отримала умовну назву «Худий чоловік» (Thin Man) Проте після теоретичного припущення, а згодом й експериментального підтвердження вченого Е.Сегре стосовно високої ймовірності передчасної детонації внаслідок спонтанного поділу ізотопу плутонію-240 від цього виду зброї відмовилися. Це зумовило переорієнтацію робіт на підготовку до випробувань у межах програми «Трініті» (Trinity). Альтернативним технічним рішенням стала розробка бомби на основі збагаченого урану – «Малюк» (Little Boy) та імплзійної конструкції ядерного боєзаряду – бомба «Товстун» (Fat Man) [3, с. 2]. До розроблення імплзійної схеми ініціювання ядерного вибуху були залучені провідні фахівці «Манхеттенського проєкту», зокрема С.Неддермаер, Дж.Нейман, Дж.Так, Дж.Кістяковський та Р.Крісті. Саме їхні теоретичні та інженерні напрацювання забезпечили перехід від концептуальної моделі до практично реалізованого механізму імплзії, що став основою створення плутонієвих ядерних зарядів [17].

Варто зауважити, що серед вузького кола осіб, які мали повний доступ до інформації про «Манхеттенський проєкт», переважала згода стосовно необхідності бойового застосування нової зброї. Водночас найпомітнішу незгоду з цим висунула група вчених – Л.Сілард, В.Барткі (декан Чиказького університету) та Г.Юрі (керівник досліджень із газової дифузії в Колумбійському університеті). Вони прагнули особистої зустрічі з президентом Г.Труменом (Harry S. Truman)<sup>21</sup>, але були

<sup>18</sup> державний діяч, Голова уряду, генеральний секретар Комуністичної партії СРСР у 1920–1950 рр. [18].

<sup>19</sup> державний діяч, дипломат, Нарком (з 1946 р. – міністр) закордонних справ СРСР у 1939–1949 рр. [18].

<sup>20</sup> державний діяч, Прем'єр-міністр Канади у 1935–1948 рр. [12].

<sup>21</sup> державний діяч, Президент Сполучених Штатів у 1945–1953 рр. [12].

перенаправленні до Дж.Бірнса (James F. Byrnes)<sup>22</sup>. Він вислухав аргументи науковців - утриматися від застосування бомби та після завершення війни відкрити світу інформацію про ядерні технології із чемною скептичністю – і сприйняв їх як прояв відірваності від політичних і дипломатичних реалій. Бірнс Дж. вирішив не надавати цим пропозиціям серйозного значення та не передав їх президентові, який, найімовірніше, поділяв би аналогічну позицію [6]. Водночас наукова група Тимчасового комітету, очолюваного Дж.Бірнсом, до складу якої входили Е.Фермі, Дж.Р. Оппенгеймер, А.Комптон та Е.Лоуренс, 16 червня 1945 р. повідомила, що «не бачить прийнятної альтернативи» використанню ядерної зброї проти Японії [17].

Поразка В.Черчилля на парламентських виборах у липні 1945 р. та прихід до влади лейбористського уряду на чолі з К.Еттлі (Clement R. Attlee)<sup>23</sup> створили для президента США Г.Трумена сприятливі політичні умови для збереження американської монополії на ядерну зброю [19, с. 50].

На Потсдамській конференції (17 липня – 2 серпня 1945 р.) в Німеччині Г.Трумен зустрівся з В.Черчиллем (якого згодом змінив К.Еттлі) та Й.Сталіним. З позиції американського президента вона мала дві стратегічні цілі: визначити засади повоєнної реконструкції Європи та забезпечити вступ СРСР у війну проти Японії. Напередодні відкриття цієї конференції Г.Трумен отримав повідомлення про успішне випробування першої атомної бомби в пустелі Нью-Мексико у межах проекту «Трініті». Інформацію про це він повністю передав В.Черчиллю, тому, що Велика Британія виступала повноправним партнером у розробці ядерної зброї. Незважаючи на те, що атомна бомба не замислювалася як інструмент впливу на радянсько-американські відносини, сам факт її появи неминуче трансформував усі напрями зовнішньої політики США. Трумен Г. визнавав важливу роль СРСР як союзника у боротьбі проти нацистської Німеччини, однак ставився до нього з недовірою як до тоталітарної держави та оцінював його повоєнні наміри зі значною часткою обережності [6]. Через тиждень після відкриття Потсдамської конференції Г. Трумен у неформальній розмові повідомив Й.Сталіну, що США «володіють новою зброєю надзвичайної руйнівної сили». З огляду на те, що агент радянської розвідки О.Себорер, ймовірно, міг перебувати у головному командному бункері під час випробування «Трініті», Й.Сталін був добре обізнаний про перебіг «Манхеттенського проекту». Однак, за свідченнями Г.Трумена, він не продемонстрував видимого зацікавлення цією інформацією, а закликав американського президента до «ефективного використання» нового виду зброї проти японців [3, с. 18].

На завершальному етапі конференції Г.Трумен, К.Еттлі та представники Китайського націоналістичного уряду оприлюднили Потсдамську декларацію – ультиматум, у якому Японію закликали капітулювати або зіткнутися з «негайним і повним знищенням». Однак внутрішньо розділений уряд Японії відхилив його. Подальший розвиток подій відбувався стрімко та невідворотно. 6 серпня 1945 р. США застосували першу бойову уранову атомну бомбу у Хіросімі; 8 серпня – радянська армія розпочала наступ у Маньчжурії, завдавши нищівної поразки японським силам; 9 серпня – США застосували плутонієву атомну бомбу у Нагасакі. А зрештою, за наполяганням імператора, Японія погодилася на американські умови капітуляції. Варто зазначити, що рішення Г.Трумена як досвідченого політика застосувати атомну зброю сформувалося під впливом поєднання його особистісних характеристик та низки структурних чинників. Воно відображало його безпосередній досвід ведення бойових дій під час Першої світової війни, інтерпретацію воєнних цілей, які окреслив Ф.Д. Рузвельт, відповідало очікуванням американського суспільства стосовно швидкого завершення війни і ґрунтувалося на оцінці альтернативних шляхів досягнення перемоги, а також було тісно пов'язане зі складною конфігурацією американо-радянських відносин у фінальний період Другої світової війни. Трумен Г. вважав «що ухвалене ним рішення було правильним» і надалі, навіть у найгостріші моменти Корейської війни, він більше ніколи не санкціонував використання ядерної зброї [6].

До серпня 1945 р. радянська ядерна програма залишалася відносно незначною за масштабом. Незалежно від реальних намірів Г.Трумена, Й.Сталін сприйняв застосування американської атомної бомби як політичний сигнал, що був спрямований проти СРСР, як спробу обмежити радянські стратегічні здобутки на Далекому Сході та загалом забезпечити США домінуючі позиції у формуванні повоєнного устрою [8]. 20 серпня 1945 р. він підписав постанову про створення Спеціального комітету при ДКО на чолі з Л.Берією<sup>24</sup> для управління роботами з використання внутрішньоатомної енергії урану та утворення Першого головного управління при Раднаркомі СРСР на чолі з Б.Ваніковим, яке мало здійснювати безпосереднє керівництво науково-дослідними та проектно-конструкторськими організаціями і промисловими підприємствами, що працювали над створенням атомної бомби. З того часу радянська ядерна програма набула характеру форсованого, надзвичайно прискореного державного проекту, який реалізовувався в умовах максимального адміністративного контролю та суворой секретності [21, с. 44].

<sup>22</sup> державний діяч, Держсекретар США у 1945–1947 рр. [12].

<sup>23</sup> державний діяч, Прем'єр-міністр Великої Британії у 1945–1951 рр., лідер Британської лейбористської партії у 1935–1955 рр. [12].

<sup>24</sup> державний діяч, Нарком внутрішніх справ СРСР у 1938–1945 рр. [18].

Також слід зазначити, що канадські наукові зусилля у межах «Манхеттенського проєкту», насамперед робота Монреальської лабораторії та центру в Чолк-Рівер, стали об'єктом активної уваги радянської розвідки, так само як британські та американські програми. Основними джерелами витоку інформації були Б.Понтекорво та А.Мей, однак дані, які вони передавали, мали обмежену цінність. Вони стосувалися матеріалів, які було вилучено з ключових розробок LANL. Набагато серйозніші наслідки для західних держав мала втеча І.Гузенка (співробітника радянського посольства в Оттаві) 5 вересня 1945 р. Ця подія, яка увійшла в історію як «Справа Гузенка», стала одним із перших великих дипломатичних скандалів початку холодної війни [1, с. 139].

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Отже, вирішальним чинником успіху перших ядерних програм було швидке перенесення фундаментальних наукових відкриттів, зокрема поділу ядра, критичної маси та ланцюгової реакції, у прикладні військово-технологічні проєкти. Наукова спільнота стала ключовим каталізатором виникнення ядерної зброї, до того ж цей процес мав виразний транснаціональний характер. У його формуванні поєдналися інтелектуальні зусилля провідних європейських і американських вчених, що забезпечило високий рівень наукової синергії. Подальше прискорення наукових робіт з ядерної тематики зумовлювалося гострим усвідомленням загрози того, що нацистська Німеччина першою опанує технологію атомної зброї. Цей чинник мобілізував як науковців, так і військово-політичні еліти США та Великої Британії до інтенсивної роботи над «Манхеттенським проєктом». Меморандум О.Фріша та Р.Паєрлса став підґрунтям для формування Комітету MAUD.

Національні військові та політичні еліти визначально вплинули на формування воєнної ядерної політики, організацію науково-технічних програм, впровадження режимів секретності та налагодження міжнародної співпраці. Вони здійснювали контроль над розподілом фінансових, інтелектуальних і промислових ресурсів, визначали інтенсивність розбудови ядерно-виробничої інфраструктури та масштаби випробувальних програм. У США президент Ф.Д. Рузвельт санкціонував масштабне фінансування та делегував Л.Гровсу й В. Бушу виняткові повноваження, які реалізовувалися в умовах абсолютної секретності. Прем'єр-міністр Великої Британії В.Черчилль інтегрував британську програму «Tube Alloys» із «Манхеттенським проєктом» через Квебекську угоду 1943 р., забезпечивши інституціоналізовану участь Великої Британії та Канади. Для координації політичних рішень було засновано Об'єднаний комітет з політики, до якого увійшли представники найвищого політичного керівництва цих трьох країн. Прем'єр-міністр Канади В.Маккензі Кінг ініціював створення національної ядерної науково-дослідної лабораторії в Монреалі, яка спеціалізувалася на розробленні важководного реактора та забезпечив формування критично важливих ланцюгів постачання для «Манхеттенського проєкту», включно з оксидом урану, важкою водою та полонієм.

Німецький урановий проєкт, хоча й був одним із перших, не досяг практичної реалізації, що пояснюється комплексом структурних і політичних обмежень, зокрема відсутністю належної підтримки з боку нацистського керівництва, антисемітською політикою, яка спричинила втрату провідних фахівців і хронічним дефіцитом фінансування та матеріальних ресурсів. Незважаючи на наявність вагомих теоретичних напрацювань, практична реалізація ядерних розробок у СРСР була відкладена через німецько-радянську війну 1941–1945 рр., а після її завершення Й.Сталін ініціював форсоване розгортання радянської ядерної програми, яке відбувалося під впливом зовнішньополітичних факторів та певною мірою базуючись на отриманих розвідувальних даних.

Етичний вимір проблеми розроблення та бойового використання атомної зброї став особливо вагомим у контексті завершального етапу Другої світової війни. Ядерні удари США по Японії стали подією, що докорінно змінила характер міжнародних відносин, утвердила ядерну зброю як фактор стратегічного примусу, а також започаткувала доктрину ядерного стримування у глобальних безпекових підходах.

Подальші наукові розвідки можуть бути спрямовані на вивчення становлення глобальної системи нерозповсюдження ядерної зброї, механізмів міжнародного контролю, а також формування договірно-правових режимів та інституцій, які постали як безпосередній наслідок ранніх ядерних програм.

## References:

1. Andrews, S.A., Andrews, M.T. and Mason, T.E. (2021), «Canadian Contributions to the Manhattan Project and Early Nuclear Research», *Nuclear Technology*, Vol. 207, Iss. 1, pp. 134-146, doi: 10.1080/00295450.2021.1913033.
2. Callaghan, J. and Phythian, M. (2015), «Intellectuals of the Left and the Atomic Dilemma in the Age of the US Atomic Monopoly, 1945–1949», *Contemporary British History*, Vol. 29, No. 4, pp. 441-463, doi: 10.1080/13619462.2014.987530.
3. Carr, A.B. (2021), «Thirty Minutes Before the Dawn», *Nuclear Technology*, Vol. 207, Iss. 1, pp. 1-23, doi: 10.1080/00295450.2021.1927625.
4. «Committee on Uranium», *The Manhattan Project: An Interactive History*, [Online], available at: <https://surl.li/rftqgb>
5. «Einstein's Letter to President Roosevelt (1939)», *Atomicarchive*, [Online], available at: <https://surl.li/ukepty>
6. Hamby, A.L. (2023), «The decision to use the atomic bomb», *Britannica*, [Online], available at: <https://surl.li/yndvfb>
7. Hewlett, R.G. and Anderson, O.E. (1962), *The New World, 1939/1946: Volume I of A History of the United States Atomic Energy Commission*, Pennsylvania State University Press, Pennsylvania, 766 p., [Online], available at: <https://surl.li/oxtnbw>
8. Holloway, D.T. (2010), «Nuclear weapons and the escalation of the Cold War, 1945–1962», *Cambridge University Press*, pp. 376-397, doi: 10.1017/CHOL9780521837194.019.
9. Moore, R. (2021), «Rudolf Peierls's «Outline of the Development of the British Tube Alloy Project»: A 1945 Account of the Earliest UK Work on Atomic Energy», *Nuclear Technology*, Vol. 207, Iss. 1, pp. 374-379, doi: 10.1080/00295450.2021.1910004.
10. Park, P.J., Herzele, S. and Koeth, T.W. (2025), «Myths of nuclear graphite in World War II, with original translations», *European Physical Journal*, Vol. 50, No. 11, doi: 10.1140/epjh/s13129-025-00098-7.
11. Penney, W., Fuchs, K., Oliphant, M. and Chadwick, J. (2017), «British Nuclear Program», *Atomic Heritage Foundation*, [Online], available at: <https://surl.li/ndcwux>
12. «People», *The Manhattan Project: An Interactive History*, [Online], available at: <https://surl.li/rouepu>
13. Popp, M. (2021), «Why Hitler Did Not Have Atomic Bombs», *Journal of Nuclear Engineering*, Vol. 2, No. 1, pp. 9-27, doi: 10.3390/jne2010002.
14. Popp, M. and de Klerk, P. (2023), «The Peculiarities of the German Uranium Project (1939–1945)», *Journal of Nuclear Engineerin*, Vol. 4, No. 3, pp. 634-653, doi: 10.3390/jne4030040.
15. «Profiles», *Atomic Heritage Fund*, [Online], available at: <https://surl.li/kwgmme>
16. «Security and Secrecy», *Atomic Heritage Fund*, [Online], available at: <https://surl.li/cc/syindy>
17. «Timeline», *Atomic Heritage Fund*, [Online], available at: <https://surl.li/bxlhus>
18. Velyka Ukrainska Entsyklopediia, [Online], available at: <https://vue.gov.ua>
19. Hrytsyshen, D., Shevchuk, A., Pashchenko, V. and Pasichnyk, A. (2025), «Arkhitektori yadernoi epokhy: V.Cherchyll ta formuvannia pislivoiennoho svitovoho poriadku (1930-1950)», *Society and Security*, No. 6 (6), pp. 49-57, doi: 10.26642/sas-2024-6(6)-49-57.
20. Hudkov, I.M. and Drozd, I.P. (2022), *50 naidramatychnishykh radiatsiinykh i yadernykh podii v istorii liudstva: prychny ta naslidky*, Oldi, Odesa, 298 p.
21. Horbulin, V.P. (ed.) (2021), *Istoriia raketo-kosmichnoi nauky i tekhniky Ukrainy*, monohrafiia, Feniks, Kyiv, 457 p.
22. Kurylo, K. (2019), «Manhattenskyi proiekt: rol zbroi masovoho znyshchennia v mizhnarodnii systemi», *Visnyk Prykarpatskoho universytetu. Seriiia Politolohiia*, Vol. 1, No. 13, pp. 271-281.

## Voitiuk O.

**The development of nuclear capabilities and their impact on the military-strategic concepts of leading states (1930s–1945)**

**Abstract.** The article analyzes the early nuclear programs of Germany, Great Britain, the United States, and the Soviet Union, showing that their development occurred under unequal resource conditions, differing political decisions, and distinct governance mechanisms. It emphasizes the role of leading scientists whose work in nuclear fission, chain reactions, and fissile material production shaped the scientific foundations of initial atomic projects and influenced their further evolution. The study highlights the interaction between scientific communities and government institutions, demonstrating how these relationships affected the pace, dynamics, and effectiveness of nuclear program implementation, as well as the role of political and military leaders in defining priorities, organizing research, maintaining secrecy, and shaping the first strategic concepts related to the emergence of a new type of weapon. It is shown that the organizational model adopted in the United States and Great Britain—built on coordination between scientific expertise and military-state administration—proved most effective. In contrast, the German program suffered from personnel fragmentation, resource shortages, and inconsistent state support, while the Soviet project evolved under the influence of intensive intelligence efforts and growing foreign-policy pressures, accelerating its transformation into a centralized, security-oriented initiative. The article also demonstrates that cooperation among the United States, Great Britain, and Canada was a key factor in advancing Western nuclear programs through the exchange of knowledge, materials, and technological capacities. Finally, it concludes that the creation of nuclear weapons reshaped military-strategic doctrines and laid the foundations for the postwar international security architecture.

**Keywords:** history of political science; nuclear weapons; nuclear policy; Manhattan Project; Uranium Club; geopolitical security; international relations.