

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет національної безпеки, права та міжнародних відносин
Кафедра міжнародних відносин і політичного менеджменту

Соловко Артем Русланович
(студент групи МВ-1)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

РОЛЬ ЯДЕРНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В ПОЛІТИЦІ ЯДЕРНИХ ДЕРЖАВ
ЕКОЛОГІЧНІ ТА БЕЗПЕКОВІ АСПЕКТИ

(представлений на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»
галузі знань 291 «Міжнародні відносини» спеціальності
291 «Міжнародні відносини, суспільні комунікації та регіональні студії»)

Допущено до захисту
протокол № _____
від _____
в. о. зав. кафедри міжнародних
відносин і політичного
менеджменту
д.е.н. доц.
Ірина ГРАБЧУК

(підпис)

Науковий керівник:
д.іст.н., доц. Андрій ШЕВЧУК
(наукове звання, прізвище та
ініціали)

(підпис)

Рецензент
PhD Олена ВОЙТЮК
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Житомир
2025

ЗМІСТ

Вступ.....	3
Розділ 1. Теоретичні засади вивчення ядерної енергетики у контексті міжнародних відносин.....	7
1.1. Ядерна енергетика: поняття, історія розвитку та сучасний стан.....	7
1.2. Місце ядерної енергетики у зовнішній і внутрішній політиці ядерних держав.....	17
 Розділ 2. Ядерна енергетика у стратегії провідних ядерних держав.....	22
2.1. Сполучені Штати Америки: баланс між цивільною та військовою ядерною політикою.....	22
2.2. Франція, Велика Британія та Китай: особливості національних стратегій...	26
2.3. росія та інші країни з ядерним потенціалом: експортні амбіції та геополітичні виклики.....	35
2.4. Роль Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ) у контролі та регулюванні.....	43
 Розділ 3. Екологічні та безпекові аспекти розвитку ядерної енергетики в глобальному контексті.....	47
3.1. Ядерна енергетика та глобальні екологічні виклики: зміна клімату, енергетичний перехід.....	47
3.2. Проблеми ядерної безпеки: аварії, тероризм, збереження ядерних відходів.....	50
3.3. Ядерна енергетика як інструмент «м'якої сили» і дипломатії.....	54
3.4. Перспективи міжнародного співробітництва в ядерній галузі.....	57
Висновки.....	63
Список використаних джерел.....	65

ВСТУП

Актуальність теми зумовлена нагальною потребою в комплексному осмисленні ролі ядерної енергетики в умовах зростаючих екологічних викликів (зміна клімату, енергетичний перехід), загостренні геополітичної конкуренції (зокрема між США, Китаєм та росією) та ослабленням міжнародних інституцій, що відповідають за контроль ядерної безпеки. Події останніх років, зокрема війна росії проти України та загроза безпеці Запорізької атомної електростанції, виявили вразливість ядерної інфраструктури до гібридних та військових загроз. Це підкреслює необхідність глибокого дослідження політичної, безпекової та екологічної природи ядерної енергетики в сучасних міжнародних відносинах.

У ХХІ ст. ядерна енергетика знову опинилася у центрі уваги міжнародної спільноти як один із ключових чинників енергетичної безпеки, кліматичної стабільності та геополітичного впливу. Розвиток атомної енергетики відбувається на тлі трансформації глобального енергетичного ландшафту, який супроводжується зростанням загроз, пов'язаних як із поширенням ядерних технологій, так і з послабленням багатосторонніх режимів контролю. У цьому контексті особливої актуальності набуває аналіз політики провідних ядерних держав, для яких ядерна енергетика виступає не лише як джерело електроенергії, але й як стратегічний інструмент впливу у сферах безпеки, зовнішньої політики та глобального лідерства.

Питанню визначення сутності ролі ядерної енергетики в політиці ядерних держав присвятили свої праці К. Н. Вальс [15], Р. О. Кеохейн і Дж. С. Най [16], А. Вендт [17], Дж. Галтунг [18], Б. Бузан, О. Вевер та Дж. де Вільде [19], Р. Роудс [20], В.О. Федорчак [31], А. Б. Абрамс [43], І. О. Лесь [60], Лю Чжань, Ян Бо, Тянь Лінь, Чжан Фань [61], О. А. Коробкова [62], Т. Мельник [63], В. Мироненко [64] та інші.

Важливо розуміти, що роль енергетики в міжнародних відносинах розглядається крізь призму різних теоретичних підходів, кожен з яких надає унікальне розуміння її значення та впливу на глобальну політику.

Реалізм трактує енергетику як стратегічний ресурс, що визначає національну потугу та безпеку. Кеннет Уолтц зазначає: «У міжнародній політиці структура визначається не функціями, які виконують одиниці, а розподілом можливостей (можливостей для дії) між ними» [15, с. 79].

Лібералізм підкреслює взаємозалежність держав у сфері енергетики. Роберт Кеогейн і Джозеф Най стверджують: «Взаємозалежність у світі політики означає ситуацію, коли держави та їхні долі тісно пов'язані одна з одною» [16, с. 8].

Конструктивізм розглядає енергетику як соціальний конструкт, значення якого формується через ідеї та норми. Александр Вендт зазначає: «Анархія – це те, що з неї роблять держави» [17, с. 308].

Неомарксизм акцентує на структурній нерівності в глобальній енергетичній системі. Йоган Галтунг вказує: «Імперіалізм – це система центр-периферія, де центр експлуатує периферію» [18, с. 81].

Теорії безпеки розширюють поняття безпеки, включаючи енергетичну сферу. Баррі Бузан та співавтори зазначають: «Безпека – це переміщення питання в політичний простір, де воно розглядається як екзистенційна загроза, що вимагає негайних дій» [19, с. 24].

Однак проблема пошуку ефективних альтернативних підходів до забезпечення безпеки ядерної інфраструктури та гармонізації її розвитку з екологічними вимогами досі залишається відкритою і потребує подальшого глибокого наукового вивчення.

Метою даної роботи є всебічне вивчення ролі ядерної енергетики у зовнішній і внутрішній політиці провідних ядерних держав з акцентом на екологічні та безпекові аспекти її функціонування.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні **завдання**:

- визначити теоретичні засади вивчення ядерної енергетики у контексті міжнародних відносин;
- дослідити поняття, історію розвитку та сучасний стан ядерної енергетики;
- встановити місце ядерної енергетики у зовнішній і внутрішній політиці ядерних держав;
- охарактеризувати роль Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ) у контролі та регулюванні ядерної сфери;
- оцінити екологічні та безпекові аспекти розвитку ядерної енергетики у глобальному контексті;
- проаналізувати використання ядерної енергетики як інструменту «м'якої сили» і дипломатії;
- охарактеризувати перспективи міжнародного співробітництва в ядерній сфері.

Об'єктом дослідження є політика ядерних держав у сфері ядерної енергетики.

Предметом дослідження виступають екологічні, безпекові та геополітичні аспекти використання ядерної енергетики у внутрішній і зовнішній політиці ядерних держав.

Методи дослідження включають системний аналіз, порівняльно-політичний аналіз, аналіз документів і стратегій, а також кейс-стаді.

Наукова новизна роботи полягає у комплексному підході до вивчення ядерної енергетики не лише як енергетичного чинника, а й як складового елементу стратегічної культури ядерних держав. Вперше системно проаналізовано взаємозв'язок між розвитком ядерної інфраструктури, геополітичним позиціонуванням держав та екологічною трансформацією у глобальному безпековому контексті.

Теоретична значущість полягає у розширенні наукового розуміння ролі ядерної енергетики в сучасній міжнародній політиці, а також у доповненні існуючих теорій міжнародних відносин новими кейсами й підходами.

Практична значущість дослідження полягає у можливості використання його висновків у діяльності державних органів, що відповідають за енергетичну і екологічну політику, а також у сфері стратегічного прогнозування, безпеки та дипломатії.

Апробація результатів роботи. Основоположні результати, зазначені в кваліфікаційній роботі, були представлені тезами доповіді на Всеукраїнській науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Держава ХХІ століття: погляд молоді» (м. Житомир, 20 травня 2025 року) за темою: «Роль ядерної енергетики в політиці ядерних держав».

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг роботи становить 72 сторінки, список використаних джерел налічує 71 позицію, серед яких наукові статті, аналітичні звіти, офіційні документи та міжнародні договори.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВИВЧЕННЯ ЯДЕРНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ У КОНТЕКСТІ МІЖНАРОДНИХ ВІДНОСИН

1.1. Ядерна енергетика: поняття, історія розвитку та сучасний стан

Ядерна енергія, це форма енергії, що вивільняється з ядра, основи атомів, що складається з протонів і нейтронів. Це джерело енергії може бути отримане двома способами: поділом коли ядра атомів розщеплюються на кілька частин або синтезом коли ядра зливаються разом.

Ядерна енергія, яка сьогодні використовується у всьому світі для виробництва електроенергії, здійснюється шляхом ядерного поділу, тоді як технологія виробництва електроенергії шляхом синтезу перебуває на стадії досліджень і розробок [1].

Історія ядерної енергетики починається з наукових відкриттів наприкінці XIX на початку XX століття. У 1898 р. Марія та П'єр Кюрі відкрили радіоактивні елементи полоній і радій. У 1934 р. Енріко Фермі виявив, що нейтрони можуть спричиняти поділ ядер урану, що стало основою для подальших досліджень. У 1938 р. німецькі вчені Отто Ган і Фріц Штрассман експериментально підтвердили процес ядерного поділу [2].

Перший контрольований ланцюговий ядерний реактор був створений у 1942 р. під керівництвом Енріко Фермі в Чикаго, США. Надалі він брав активну участь у створенні першої атомної бомби і в її випробування на полігоні в Нью-Мексико. Після війни переїхав Фермі в Чикаго і займався проблемами фізики високих енергій [3].

Після Другої світової війни дослідження були спрямовані на мирне використання ядерної енергії. У 1951 р. в США на експериментальному реакторі EBR-I вперше було вироблено електроенергію за допомогою ядерного поділу. Взагалі ж, метою EBR-I було не виробництво електроенергії, а перевірка теорії ядерної фізики та самої можливості створення реактора-розмножувача,

який, генеруючи енергію, водночас виробляє ще й нове (вторинне) ядерне паливо. Експеримент довів вірність гіпотез дослідників і продемонстрував, що бридер виробляє більше ядерного палива, ніж споживає [4].

У 1956 р. у Великій Британії була введена в експлуатацію перша в світі комерційна АЕС Калдер Холл [5].

Чорнобильська аварія 26 квітня 1986 року в Україні стала результатом комбінації людських помилок і конструктивних недоліків реактора РБМК. Уявіть операторів, які під час експерименту вимикають системи безпеки, не усвідомлюючи, що реактор стає нестабільним. Це призвело до вибуху, який розкидав радіоактивні матеріали на великі відстані, без захисного купола, що був стандартним у багатьох інших реакторах [65].



Рис. 1.1 Чорнобильська АЕС 26 квітня 1986 року [66].

Фукусіма-Даїчі в Японії 11 березня 2011 року почалася з природного лиха - землетрусу магнітудою 9,0 і цунамі. Хвилі зруйнували системи охолодження в реакторах типу BWR, спричинивши перегрів і викиди, але без прямого вибуху ядерного палива [65].



Рис. 1.2 Фукусімська АЕС 11 березня 2011 року [67].

Наслідки обох аварій відчуються досі, але їхній масштаб і фокус відрізняються. У Чорнобилі забруднення охопило понад 200 тисяч квадратних кілометрів, зачіпаючи Україну, Білорусь і Росію, з евакуацією близько 350 тисяч людей. Це призвело до довгострокових проблем, як-от мутації в диких тваринах і стійке забруднення ґрунтів. На Фукусімі ж уражене було близько 8 тисяч квадратних кілометрів, з евакуацією 160 тисяч осіб, але значна частина радіації потрапила в океан, впливаючи на морські екосистеми і викликаючи глобальні занепокоєння щодо рибальства [65].

Ці катастрофи не просто трапилися - вони перевернули уявлення про ядерну енергетику. Після Чорнобиля, наприклад, багато країн переглянули стандарти, ввівши жорсткіші вимоги до реакторів і навчання персоналу. Уявіть, як інженери тепер моделюють сценарії, де кожна можлива помилка враховується, щоб уникнути

повторення. Фукусіма, своєю чергою, змусила зосередитися на природних загрозах: станції почали будувати з вищими захисними стінами і резервними системами, що витримують землетруси. Для України це означає, що Чорнобиль став каталізатором для модернізації енергетичного сектору, з акцентом на безпеку, особливо з урахуванням сучасних викликів, як-от війна і відновлення [65].

У зоні відчуження Чорнобиля дикі тварини, як вовки чи олені, адаптувалися до високих рівнів радіації, демонструючи неймовірну стійкість природи. А в Фукусімі японські вчені вивчають, як радіація впливає на морське життя, відкриваючи нові insights про екосистеми. Станом на 2025 р. , туризм у Чорнобилі приваблює тисячі відвідувачів, але з суворим контролем, щоб уникнути ризиків. Це показує, як трагедії можуть перетворюватися на уроки, що надихають на роздуми про баланс між технологіями і навколишнім середовищем [65].

Станом на 2025 р. ядерна енергетика залишається важливою складовою світового енергетичного балансу. У світі експлуатується 411 ядерних реакторів (104 з них у країнах Європейського союзу), середній вік яких становить 31 рік , які забезпечують близько 10% глобального виробництва електроенергії. Країни з розвиненою ядерною енергетикою, такі як Франція, США, Китай, активно інвестують у модернізацію існуючих потужностей та розробку нових технологій [6].

Одним з важливих напрямів розвитку вітчизняної атомної енергетики є впровадження технологій малих модульних реакторів (ММР), які можуть доповнити наш атомний флот вже у наступному десятиріччі.

ММР – це відносно невеликі за потужністю ядерні реактори (до 400 МВт). Вони в кілька разів менші за традиційні ядерні реактори, складаються з окремих модулів, що значно спрощує їхнє спорудження або розгортання [7].

Крім того, ведуться дослідження щодо реакторів четвертого покоління (Generation IV), які обіцяють підвищену ефективність, безпеку та зменшення кількості радіоактивних відходів. По-перше, реактори 4-го покоління мають

бути безпечнішими самі по собі. Це означає, що аварії, зумовлені способом будівництва, як у Фукусімі або Чорнобилі, повинні бути принципово виключені. По-друге, застосування альтернативного атомного палива, як-от торію або природний уран. Деякі концепти також передбачають використання, а отже, і ліквідацію вже наявних атомних відходів. Такі реактори здатні вирішити проблему захоронення. Атомні станції 4-ї генерації могли б також слугувати термічному продукуванню водню та синтетичного палива. Обговорюють варіанти використання й для продукування теплоенергії, зокрема опалення [8].

Наприклад, Китайська компанія CNNC повідомила, що демонстраційний реактор HTR-PM підключили до енергорозподільної системи країни, через 65 днів після досягнення першої критичності одного з двох реакторів. Новий реактор став першим у світі високотемпературним реактором із газовим охолодженням із гальковим шаром, побудованим у новому поколінні подібних установок. Півстоліття тому цей напрямок очолювала Великобританія, тепер його осідлав Китай [9].

Водночас ядерна енергетика стикається з викликами, такими як висока вартість будівництва нових станцій, тривалі строки реалізації проєктів, питання безпеки та управління відходами. Події, як аварія на Фукусімській АЕС у 2011 р., призвели до перегляду ядерної політики в багатьох країнах. Проте зростаючі потреби в низьковуглецевій енергії та забезпеченні енергетичної безпеки сприяють відновленню інтересу до ядерної енергетики.

Ядерна енергетика все більше розвивається у великих ядерних державах у всьому світі як єдине чисте, низьковуглецеве, безпечне та ефективне базове джерело енергії. Водночас ядерна енергетика також робить позитивний внесок у боротьбу з глобальною зміною клімату. Після аварії на АЕС у Фукусімі (2011) і на ЧАЕС (1986) міжнародне співтовариство поставило нові та вищі вимоги до безпеки використання атомної енергії. Світове ядерне співтовариство досліджує

та розробляє передові ядерні технології для вирішення економічних, безпечних та екологічних проблем розвитку атомної енергетики.

Після аварії на АЕС у Фукусімі міжнародне співтовариство висунуло нові та вищі вимоги до безпеки ядерної енергетики. Найсуворіші норми та системи регулювання ядерної енергетики, концепція глибокого захисту та конкуренція з боку інших джерел енергії кидають виклик економіці атомної енергетики. Водночас бурхливий розвиток атомної енергетики значною мірою стримується економічним фактором відкритого ринку електроенергії. Крім того, такі питання, як постачання ядерного палива, утилізація ядерних відходів і запобігання розповсюдженню ядерної зброї, створюють нові проблеми для сталого розвитку ядерної енергетики. Якщо розглядати три аспекти ядерного палива, ядерних відходів і нерозповсюдження ядерної зброї в цілому, світове співтовариство ядерної енергетики досліджує та розробляє передові технології ядерної енергії [61].

На початку нинішнього століття за ініціативи Міністерства енергетики США високопоставлені урядовці з дев'яти країн обговорили міжнародне співробітництво у розвитку ядерної енергетичної системи четвертого покоління, а саме Міжнародний форум четвертого покоління (GIF). До цього часу в цьому форумі взяли участь понад 20 держав, які займаються ядерною енергетикою. GIF має на меті пошук технологічних інновацій і вдосконаленого дизайну реактора, а також пошук нових ринкових можливостей (включаючи опалення, гібридну енергетичну систему, диспетчерську енергетичну систему тощо), щоб зменшити витрати, покращити економіку, підвищити гнучкість конструкції та теплову ефективність, зменшити обсягу та токсичності радіоактивних відходів, а також для досягнення цілей стійкості, економічності, безпеки, надійності, стійкості до розповсюдження та фізичний захист АЕС IV покоління. GIF вибрав шість потенційних реакторних технологій для подальших досліджень і розробок. До них належать швидкий реактор із газовим охолодженням (GFR),

швидкий реактор із свинцевим охолодженням (LFR), швидкий реактор із натрієвим охолодженням (SFR), реактор з розплавленою сіллю (MSR), надкритичний реактор з водяним охолодженням (SCWR) і дуже високотемпературний реактор [61].

Найважливіша міжурядова організація в ядерній галузі, МАГАТЕ, відіграє ключову роль у створенні та вдосконаленні міжнародно-правової бази в цій сфері. Агентство також сприяє ефективній імплементації та універсальному застосуванню міжнародного ядерного права шляхом надання законодавчої допомоги, організації експертних перевірок, надання експертних порад і пропонування навчання для професіоналів, а також допомагає державам-членам створити національну правову базу з ядерних питань [60].

Наразі МАГАТЕ опублікувало 129 стандартів ядерної безпеки та 39 інструкцій з ядерної безпеки, щоб допомогти державам-членам розвивати та використовувати ядерну енергію та технології безпечним і надійним способом. Агентство також підписало угоди про гарантії зі 184 країнами, додаткові протоколи зі 136 країнами та протоколи, що стосуються невеликих кількостей матеріалів, з 94 країнами, щоб мати можливість контролювати ядерні матеріали, установки та діяльність відповідних держав [60].

У центрі політики ЄС є план дій Європейський зелений курс, який має метою перетворити Європу на перший кліматично нейтральний континент. Це стратегія зростання, спрямована на створення до 2050 р. ресурсоефективної економіки з нульовим рівнем викидів парникових газів. Для того, щоб реалізувати цей план дій, ставляться завдання: декарбонізації енергетичної галузі; збільшення енергоефективності будівель; використання чистіших видів транспорту; підтримки енергоощадних інновацій у промисловості та ін [62].

Попри ухвалення у 2021 р. Європейського кліматичного закону, появу нових технологій оптимізації використання енергії тощо, наразі ЄС не готовий до щораз частіших кліматичних катастроф та їх наслідків для енергетики.

Тривалі посухи є проблемою для гідро- та атомної енергетики; електричні мережі зазнають труднощів через сильну спеку. До прикладу: У Франції, де розвиненою є атомна енергетика, екстремальна спека стає причиною вимушених зупинок чи зменшення потужності енергоблоків АЕС. Наявний енергетичний дефіцит компенсувався завдяки іншим державам (Німеччини, найперше). Загалом ядерна енергетика дуже уразлива до зміни температур. Ймовірно, передові ядерні технології будуть спрямовані на розв'язання такої проблеми [62].

Ядерна енергетика, яка є чистою, низьковуглецевою, високоефективною енергією, здатною виробляти базову електроенергію, може значно сприяти досягненню цілей сталого розвитку до 2030 року, встановлених ООН, і протистояти проблемам, які породжує глобальна зміна клімату. МАГАТЕ, Міжнародне енергетичне агентство (МЕА) та інші організації публікують багаторічні прогнози та оцінюють, що частка атомної енергетики в енергобалансі допоможе зберегти динаміку зростання в довгостроковій перспективі протягом наступних років. Міжнародне співтовариство має підтримувати принцип співтовариства зі спільним майбутнім у сфері ядерної безпеки, активно сприяти універсальному впровадженню та постійному вдосконаленню міжнародно-правової бази в ядерній галузі та докладати всіх зусиль для здорового та сталого розвитку, довгострокового мирного використання ядерної енергії у світі [1].

Договір про нерозповсюдження ядерної зброї (ДНЯЗ) є одним з основоположних стовпів глобальної безпеки. Цей договір підписаний у 1968 р., а вступив у дію у 1970 р. [63].

Утім, останнім часом знову з'являються серйозні підстави для песимізму стосовно майбутнього ДНЯЗ. До такого песимізму багато в чому призводять проблеми горизонтального розповсюдження, пов'язані з ядерними програмами КНДР та Ірану. Але також суттєвою проблемою є надто

повільний прогрес у запобіганні вертикальному ядерному розповсюдженню (тобто зростанню ядерних арсеналів наявних ядерних держав) і виконанні статті 6 ДНЯЗ, яка зобов'язує ядерні країни послідовно скорочувати свої ядерні арсенали, поки у світі взагалі не залишиться ядерної зброї [63].

Щодо виконання шостої статті ДНЯЗ уже впродовж тривалого часу тривають дискусії між ядерними й без'ядерними державами. Саме ці дискусії стали причинами того, що з дев'яти оглядових конференцій ДНЯЗ лише чотири закінчились успішно, тобто з ухваленням підсумкового комюніке [63].

Володіння ядерною зброєю асоціюється не лише зі зростанням воєнної могутності держави. Наявність у держави ядерної зброї означає, що ця країна має достатній науково-технічний, промисловий та економічний потенціал для її створення. Цей момент можна розглядати в декількох аспектах. По-перше, фактор престижу потрібно розглядати як сприйняття громадянами держави факту володіння ядерною зброєю. По-друге, здатність державної системи мобілізувати чималі економічні, політичні та науково-технічні ресурси для того, щоб створити власну ядерну зброю, об'єктивно є доказом високого ступеня розвитку держави. Політична карта гордості за досягнення може розіграватися як режимом загалом, так і окремою політичною партією. По-третє, створення ядерних озброєнь є високотехнологічною сферою діяльності, відповідно причетність до таких робіт сприймається як фактор престижу і теоретиками-розробниками, і практикаками-виробниками [64].

Ядерна енергетика пройшла шлях від наукового відкриття до важливої складової світового енергобалансу. Вона поєднує високий потенціал для виробництва електроенергії з мінімальними викидами CO₂, але водночас пов'язана зі значними ризиками, про що свідчать катастрофи на ЧАЕС і Фукусімі.

Сучасний розвиток галузі зосереджується на безпечніших і ефективніших технологіях - зокрема, малих модульних реакторах та реакторах IV покоління.

Водночас важливими залишаються проблеми управління відходами, безпеки об'єктів і нерозповсюдження ядерних технологій.

Ядерна енергетика залишається ключовим елементом глобального енергетичного балансу, поєднуючи в собі потенціал для низьковуглецевого виробництва електроенергії та забезпечення енергетичної безпеки. Від наукових відкриттів кінця XIX ст. до сучасних реакторів IV покоління, ця галузь пройшла складний шлях, стикаючись із викликами безпеки, екології та геополітики. Чорнобильська та Фукусімска катастрофи продемонстрували наслідки людських помилок, технологічних недоліків і зовнішніх загроз, змусивши світ переосмислити підходи до ядерної безпеки. Водночас вони стали поштовхом до розробки нових стандартів, вдосконалення конструкцій реакторів та посилення міжнародного співробітництва, зокрема через інститути на кшталт МАГАТЕ.

Сьогодні ядерна енергетика стоїть на порозі нової ери – з появою малих модульних реакторів, технологій на основі торію та інноваційних методів утилізації відходів. Однак її подальший розвиток залежатиме від подолання таких викликів, як висока вартість проєктів, громадська довіра, ризики розповсюдження ядерних технологій та адаптація до кліматичних змін. У глобальному контексті ядерна енергетика може стати важливим інструментом у боротьбі з декарбонізацією, але лише за умови пріоритету безпеки, міжнародної координації та інновацій. Її майбутнє – це баланс між технологічним прогресом, екологічною відповідальністю і політичною мудрістю, що визначатиме роль атомної енергії у світовій енергосистемі на десятиліття вперед. Отже, ядерна енергетика - це не лише технічна, а й стратегічна галузь, яка вимагає високого рівня відповідальності, міжнародної співпраці та постійного вдосконалення стандартів безпеки.

1.2. Місце ядерної енергетики у зовнішній і внутрішній політиці ядерних держав

Ядерна енергетика в сучасному світі - це не лише галузь промисловості, а повноцінний елемент державної політики, що інтегрується у сфери національної безпеки, дипломатії та науково-технологічного розвитку. Вона дозволяє ядерним державам не лише вирішувати внутрішні питання енергетичної незалежності, але й виступати в ролі глобальних постачальників технологій, створюючи мережі впливу.

У внутрішньополітичному вимірі ядерна енергетика є засобом зниження залежності від імпорту енергоносіїв, особливо нафти та газу, що має вирішальне значення для таких країн, як Франція чи Китай. У випадку Франції - високий рівень атомної генерації дозволив стабілізувати енергетичний ринок та уникнути впливу цінових шоків, які регулярно трапляються на ринку викопного палива. Для Китаю розвиток ядерної енергетики - це частина стратегії «зеленого» зростання, спрямованої на досягнення вуглецевої нейтральності до 2060 року.

У зовнішній політиці, атомні програми виконують роль інструменту стратегічного впливу. США, Китай і росія мають довготривалі програми ядерного експорту, через які укладають десятки двосторонніх угод, надають фінансування, обслуговування, навчання персоналу. Таке партнерство часто стає основою для зміцнення політичних альянсів. Зокрема, проєкти Китаю в Пакистані або Росії в Угорщині та Єгипті мають глибше значення, ніж просто економічні контракти - це формування енергетичної залежності й політичної лояльності.

Крім того, важливим є статус ядерної держави як доказу високого рівня науково-технічного розвитку. Ядерна програма стає ознакою престижу та технологічної автономії, що активно використовується в офіційній риториці. Держава, здатна самостійно розробити, побудувати та експлуатувати ядерні

об'єкти, сприймається як глобальний гравець із відповідним потенціалом, що зміцнює її позиції у міжнародних переговорах.

Водночас подвійний характер ядерних технологій - їх здатність бути використаними для мирної енергетики та військових цілей - зумовлює зростаючу напруженість у міжнародному безпековому середовищі. Зокрема, кожне нове збагачувальне підприємство або реактор у нестабільному регіоні одразу викликає занепокоєння у контексті потенційної мілітаризації. Така ситуація спостерігається у випадку Ірану, Саудівської Аравії, Туреччини - країн, що активно розвивають цивільну ядерну інфраструктуру, попри обмеженість у галузевому досвіді та наявність політичних ризиків.

Таким чином, ядерна енергетика є не просто компонентом енергетичної політики, а багатовекторним інструментом, який впливає на національну безпеку, міжнародну позицію та технологічну стратегію ядерних держав.

У багатьох ядерних державах ядерна енергетика є важливою складовою енергетичного балансу. Наприклад, у США потужність ядерної енергетики становить 102,5 ГВт: у країні 54 діючі атомні електростанції та 94 реактори. Додатково будують або планують збудувати ще 7,4 ГВт [10].

Уряд активно підтримує розвиток нових технологій, таких як малі модульні реактори (SMR), через програми фінансування та дерегуляції.

Водночас, у Франції ядерна енергетика становить понад 70% виробництва електроенергії, що робить країну менш залежною від імпорту енергоносіїв та сприяє досягненню кліматичних цілей [11].

Ядерна енергетика є інструментом зовнішньої політики для багатьох держав. США, наприклад, укладають двосторонні угоди про мирне використання ядерної енергії (так звані "123 угоди") з метою поширення своїх стандартів безпеки та зміцнення стратегічних партнерств. Участь у Угодах 123 поглиблює політичні відносини між Сполученими Штатами та їхніми партнерами. Повноцінне партнерство в ядерній сфері може призвести до політичних та

економічних зв'язків тривалістю понад 100 років і може стати каталізатором співпраці з інших питань зовнішньої політики, а також зміцнюватися спільним зобов'язанням дотримуватися найвищих стандартів ядерної безпеки, захищеності та нерозповсюдження [12].

Китай інтегрує ядерну енергетику в політику глобального впливу через ініціативу «Один пояс – один шлях». Через державні компанії (CNNC, CGN) Пекін просуває експорт реакторів Hualong One, надаючи країнам-клієнтам. Китай погодився поставити Пакистану п'ятий і, можливо, шостий ядерний енергетичний реактор китайської розробки з моменту запуску першого спільного реакторного проекту в середині 1990-х років. Угода, досягнута в середині 2013 року, ознаменує перший експорт Китаєм свого нового реактора з водою під тиском АСР-1000, який здатний виробляти 1000 мегават (МВт) електроенергії [13].

Ядерна енергетика з самого початку свого розвитку має подвійну природу: вона здатна служити як джерелом електроенергії, так і основою для створення зброї масового ураження. Така подвійність технологій - особливо процесів збагачення урану і переробки плутонію - породжує структурну напругу між мирним використанням та потенціалом для військової ескалації. Сучасний Іран є чудовим прикладом, який має інфраструктуру для збагачення урану, насамперед підземний комплекс у Натанзі, а також об'єкти у Фордо. Збагачення урану до рівня 60% - що сьогодні офіційно підтверджено - є технологічно наближеним до порогу зброєвого рівня, що становить 90%. Хоча Іран заявляє про суто наукове призначення таких матеріалів, фактична наявність потужностей і технологій дозволяє йому за короткий термін створити ядерну вибухівку, якщо буде ухвалене відповідне політичне рішення.

З метою збереження цього балансу після Другої світової війни було створено систему глобального ядерного контролю, основу якої становлять Договір про нерозповсюдження ядерної зброї (ДНЯЗ, 1968) та діяльність

Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ). За цими механізмами, держави-учасниці мають право на розвиток мирної ядерної енергетики за умови, що вони не створюють ядерної зброї й дозволяють міжнародний моніторинг відповідної інфраструктури.

Втім, реальність складніша. Існують держави, які скористалися мирною програмою як стартовим майданчиком для військових амбіцій. Північна Корея - класичний приклад: країна вийшла з ДНЯЗ у 2003 р., використавши свою інфраструктуру дослідницьких реакторів для створення ядерного арсеналу. Іран, у свою чергу, перебуває під постійною підозрою через накопичення високозбагаченого урану, що може мати як енергетичне, так і зброярське призначення. Ізраїль же зберігає політику "ядерної двозначності", фактично володіючи зброєю, хоча офіційно не визнає її наявності [14].

Провідні держави також використовують мирну ядерну енергетику як інструмент геополітичного впливу, що додає ще один вимір до цього балансу. США укладають двосторонні угоди про співпрацю (угода «123»), просуваючи свої технології за умов дотримання стандартів нерозповсюдження. Франція, через проєкти EDF, експортує реактори нового покоління, формуючи регіональні енергетичні зони. Китай, зі своєю політикою «атомного шовкового шляху», інтегрує ядерну інфраструктуру у великі геоекономічні проєкти. Таким чином, контроль над мирним атомом стає політичним важелем, а також частиною стратегічних альянсів.

Ядерна енергетика є не лише джерелом електроенергії, а й потужним інструментом внутрішньої та зовнішньої політики ядерних держав. Вона сприяє енергетичній незалежності, підвищує міжнародний престиж і використовується для формування політичних альянсів. Завдяки експорту технологій, держави зміцнюють стратегічні позиції, водночас просуваючи власні стандарти безпеки.

Разом із тим, подвійний характер ядерних технологій створює виклики для глобальної безпеки – особливо у випадках держав із нестабільною

політичною ситуацією або сумнівними намірами. Мирний атом дедалі більше перетворюється на геополітичний ресурс, контроль над яким вимагає як технічних рішень, так і дипломатичного балансу.

Ядерна енергетика є стратегічним інструментом як внутрішньої, так і зовнішньої політики провідних держав світу. Вона забезпечує енергетичну незалежність, сприяє досягненню кліматичних цілей та підвищує технологічний престиж країни на міжнародній арені. Франція, США, Китай та інші ядерні держави активно використовують атомні технології для зміцнення своїх геополітичних позицій, укладаючи довгострокові угоди про співпрацю та формуючи енергетичні альянси.

Однак подвійний характер ядерних технологій – їх здатність служити як мирним, так і військовим цілям – створює серйозні виклики для глобальної безпеки. Випадки Ірану, Північної Кореї та інших країн із нестабільними режимами демонструють, як цивільні ядерні програми можуть перерости у загрозу розповсюдження зброї. Це змушує міжнародне співтовариство посилювати контроль через механізми ДНЯЗ та МАГАТЕ, а також розвивати нові формати співпраці для запобігання мілітаризації атомної енергетики.

Таким чином, ядерна енергетика залишається потужним інструментом впливу, але її подальший розвиток вимагатиме балансу між енергетичними потребами, економічною доцільністю та безпековими ризиками. Майбутнє цієї галузі залежатиме від здатності держав поєднувати технологічні інновації з ефективною дипломатією та міжнародним регулюванням.

РОЗДІЛ 2. ЯДЕРНА ЕНЕРГЕТИКА У СТРАТЕГІЇ ПРОВІДНИХ ЯДЕРНИХ ДЕРЖАВ

2.1. Сполучені Штати Америки: баланс між цивільною та військовою ядерною політикою

Однією з особливостей американського підходу до ядерної енергетики є його тісна інтеграція в національну безпекову архітектуру. Це проявляється як у внутрішніх технологічних пріоритетах, так і в експортній політиці США, яка покликана не лише зміцнити економічні позиції американських компаній, але й зберегти глобальне лідерство у формуванні стандартів використання атомної енергії.

США вважають ядерну енергетику стратегічною галуззю з подвійним призначенням. Міністерство енергетики (DOE) контролює програми як із розвитку цивільних реакторів (через Національні лабораторії, такі як Argonne чи Oak Ridge), так і з утримання військового арсеналу. Цей інституційний симбіоз означає, що будь-які прориви в галузі ядерних технологій - наприклад, у сфері модульних реакторів, переробки палива або ядерної термодинаміки - часто знаходяться «на перетині» цивільного та військового застосування.

Крім того, США активно просувають технології малого модульного атома (SMR), які розглядаються не лише як енергоефективне рішення, а й як засіб зміцнення безпеки. Малі реактори простіше охороняти, вони можуть розміщуватись у важкодоступних регіонах або навіть на військових базах, що вже обговорюється в рамках проєкту «Project Pele» (створення мобільного ядерного реактора для Пентагону). Така тенденція відображає гібридизацію ядерної інфраструктури - перетворення її з індустріального об'єкта на компонент оборонної мобільності.

Окремої уваги заслуговує дипломатичний інструмент, відомий як «Угоди 123». Ці двосторонні договори, що укладаються між США та іншими

державами, визначають умови співпраці в сфері мирного атома. Їхня цінність полягає у здатності США накладати на партнерів додаткові вимоги щодо нерозповсюдження: заборону на збагачення урану, вимоги щодо повернення відпрацьованого палива, дозволи на повторне перероблення тощо. Станом на 2025 р. понад 20 країн мають чинні угоди цього типу зі США, включаючи Японію, Південну Корею, Туреччину, Індію, ОАЕ. Ці договори створюють довготривалі енергетично-політичні зв'язки тривалістю десятиліття й більше.

У післявоєнний період США активно використовували концепцію «ядерної дипломатії» для консолідації союзницьких відносин. Так, після Другої світової війни атомна програма стала символом американської технологічної переваги. У 1950–60-х роках США виступали ініціаторами великої кількості міжнародних конференцій із мирного використання атома (у Женеві, 1955 р.), а згодом - активним учасником створення МАГАТЕ. Ця стратегія дозволила Вашингтону не лише протидіяти впливу СРСР, але й сформувати «ядерну орбіту» союзних країн, які залежали від американських технологій та матеріалів.

У сучасних умовах Вашингтон зіштовхується з новими викликами. По-перше, технологічна конкуренція з боку Китаю, який пропонує дешевші реактори та великі пакети фінансування. По-друге, часткова втрата власного промислового потенціалу в ядерній галузі - багато компаній у США або збанкрутіли, або були придбані іноземними інвесторами. По-третє, політична поляризація всередині країни та нерівномірна підтримка атомної енергетики на рівні штатів уповільнює реалізацію великомасштабних національних проєктів.

Попри ці труднощі, США зберігають глобальне лідерство у ядерній науці, розробці стандартів безпеки та інституційному впливі. У 2022 р. Сполучені Штати стали однією з країн-засновниць «Альянсу за чисту енергію» в рамках COP27, просуваючи атомну енергетику як частину глобального «зеленого переходу».

Ядерна політика Сполучених Штатів Америки є результатом багаторівневого еволюційного процесу, що охоплює не лише технологічний розвиток, а й трансформацію стратегічного мислення, міжнародних зобов'язань та внутрішньої інституційної логіки. Баланс між військовим і цивільним використанням ядерних технологій у США - це не просто паралельне співіснування двох систем, а цілісна структура, що відображає взаємозалежність між безпековими інтересами держави та її відповідальністю за мирне використання науки.

Витоки ядерної політики США сягають часів Другої світової війни, коли створення першої атомної зброї в межах Манхеттенського проекту заклало підвалини для подальшого розширення військової ядерної програми [20].

У перші повоєнні десятиліття ядерна зброя розглядалася не лише як фактор стримування, а й як символ стратегічного домінування. Водночас, із промовою президента Ейзенхауера «Atoms for Peace» у 1953 р., США зробили рішучий крок у бік інституалізації цивільної ядерної політики, закликаючи до міжнародного співробітництва в мирному використанні ядерної енергії [21].

Військова ядерна політика США була і залишається фундаментальним елементом стратегії стримування, базованої на доктрині взаємного гарантованого знищення. Сучасна ядерна тріада США - стратегічні бомбардувальники, міжконтинентальні балістичні ракети та підводні ракетноносці – забезпечує здатність до завдання удару у відповідь за будь-яких умов [22].

Однак політика стримування еволюціонувала від жорсткої моделі часів холодної війни до більш гнучких стратегій, що допускають обмежене, пропорційне застосування ядерної зброї як крайню форму відповіді на екзистенційні загрози. Модернізація ядерного арсеналу, розвиток систем командування та контролю, а також поява високоточних засобів доставки

формують нову якість ядерного потенціалу, що має залишатися ефективним у складному та багатополлярному безпековому середовищі.

Окремим аспектом балансу є міжнародна політика США в сфері нерозповсюдження. Як один з ініціаторів і гарантів Договору про нерозповсюдження ядерної зброї, Сполучені Штати просувають експорт своїх цивільних ядерних технологій лише за умови дотримання суворих норм безпеки, контролю та верифікації відповідно до стандартів МАГАТЕ [23].

Американська концепція «123 Agreements» встановлює правову основу для двостороннього співробітництва у ядерній сфері, водночас запобігаючи можливому використанню переданих технологій для створення зброї [12].

Ядерна політика США ґрунтується на складному балансі між цивільним і військовим використанням атомних технологій. Вона поєднує інноваційний розвиток енергетики з безпековими пріоритетами та глобальними стратегічними інтересами. Через інституції, дипломатичні угоди та стандарти США формують не лише внутрішню політику, а й активно впливають на глобальні правила гри у сфері ядерної енергетики.

Американський підхід демонструє, як мирний атом може водночас бути ресурсом розвитку, важелем зовнішньої політики та елементом оборонної стратегії.

Отже, ядерна політика США є прикладом глибоко інтегрованої стратегії, що поєднує цивільне використання атомної енергії з військовими та безпековими інтересами. Такий підхід базується на інституційному симбіозі, інноваціях, міжнародній дипломатії та прагненні до глобального лідерства. Через механізми на кшталт «угод 123», участь у МАГАТЕ та просування малих модульних реакторів, Сполучені Штати формують стандарти мирного атома, одночасно підтримуючи стратегічний баланс і нерозповсюдження. Цей багаторівневий підхід дозволяє США зберігати вплив у ядерній сфері, незважаючи на внутрішні виклики та зовнішню конкуренцію.

2.2. Франція, Велика Британія та Китай: особливості національних стратегій

Франція є прикладом країни, яка побудувала свою енергетичну систему навколо ядерної енергетики, перетворивши її на інструмент державної стратегічної автономії. На відміну від більшості інших ядерних держав, французька модель характеризується високим рівнем централізації, державного контролю, довгострокового стратегічного планування та національного консенсусу щодо значення ядерної енергетики для енергетичної безпеки країни.

Французька модель вирізняється також особливою політичною стійкістю. На відміну від Німеччини чи Італії, де антиядерні настрої значною мірою вплинули на державну політику, у Франції консенсус щодо стратегічного значення атома переважно зберігається, навіть попри критику з боку екологічних партій.

Окреме місце в ядерній політиці Франції посідає експорт. Франція є одним із ключових гравців глобального ринку ядерних технологій, особливо в Африці, на Близькому Сході та в Азії. Через компанію EDF та інші структури Франція надає проєктне фінансування, інженерний супровід, навчання персоналу для країн, що прагнуть отримати доступ до мирного атома. Однак водночас Париж жорстко дотримується принципів нерозповсюдження - всі контракти супроводжуються суворими умовами контролю з боку МАГАТЕ.

Французька національна ядерна стратегія в останні роки характеризується зміною курсу від скорочення до активного відновлення та розширення ядерної енергетики, що стало відповіддю на кліматичні виклики, енергетичну безпеку та геополітичні зміни в Європі.

Франція має давню історію світового лідера у виробництві ядерної енергії, приблизно 70% електроенергії виробляється з ядерних реакторів, що робить її однією з країн, які найбільше залежать від ядерної енергетики у світі. Протягом багатьох років ця енергетична модель, орієнтована на ядерну

енергетику, забезпечувала стабільне енергопостачання та відігравала ключову роль у допомозі Франції у виконанні її кліматичних зобов'язань, забезпечуючи низьковуглецеве джерело енергії [24].

Майбутнє цього джерела енергії зараз знаходиться на роздоріжжі, оскільки ядерна енергетика стає делікатною темою в громадських дебатах, з питаннями, що стосуються старіючої інфраструктури багатьох реакторів, проблем безпеки та необхідності диверсифікації енергетичного балансу. У 2015 р. Франція передбачала скорочення частки ядерної енергетики з 70% до 50% до 2025 року. Однак важливість ядерної енергетики в електросистемі країни, а також її зобов'язання підтримувати низьковуглецеве енергопостачання, призвели до змін у політиці. Сьогодні Франція розглядає ядерну енергетику як життєво важливий компонент своєї стратегії досягнення вуглецевої нейтральності до 2050 року. Як результат, енергетична політика Франції тепер інтегрує додаткову ядерну енергетику поряд з відновлюваними джерелами енергії.

У 2023 р. було внесено новий законодавчий акт для подальшої підтримки ядерних амбіцій країни: «Закон про прискорення процедур, пов'язаних з будівництвом нових атомних електростанцій». Цей закон спрощує адміністративні процедури, пов'язані з будівництвом атомних електростанцій, дозволяючи швидше приймати рішення щодо проектів енергетичної інфраструктури. Однією з його ключових цілей є заохочення модернізації та будівництва ядерних установок, включаючи як традиційні великомасштабні реактори (EPR 2), так і малі модульні реактори (SMR). Це законодавство відображає визнання Францією того, що для вирішення проблем енергетичної безпеки та зміни клімату необхідні швидкі дії [24].

Франція також відіграє вирішальну роль у проєкті Міжнародного термоядерного експериментального реактора (ITER) – амбітній глобальній ініціативі, розробленій для демонстрації доцільності використання

термоядерної енергії. Термоядерний синтез пропонує потенціал для масового виробництва енергії – потенційно безмежного – без деяких недоліків, пов'язаних з ядерним поділом, таких як довгоживучі радіоактивні відходи або значні ядерні ризики. Розташований на півдні Франції, ITER має на меті відтворити процес, який живить Сонце та інші зірки, де ізотопи водню синтезуються під дією екстремальної температури та тиску, вивільняючи величезну кількість енергії. Складання реактора розпочалося в липні 2024 року, і експерти сподіваються побачити першу вироблену енергію до 2026 року. Хоча ITER все ще перебуває на експериментальній фазі, він є значним кроком до того, щоб зробити термоядерну енергію життєздатним джерелом енергії. У разі успіху він може змінити світовий енергетичний ландшафт, пропонуючи безпечне, стає та майже безмежне джерело енергії [24].

На міжнародному рівні Франція очолила коаліцію з 20 країн на COP28 у 2023 р. , підписавши зобов'язання щодо потроєння ядерних потужностей до 2050 року.

У декларації визнається «ключова роль ядерної енергії в досягненні глобального нульового рівня викидів парникових газів/вуглецевої нейтральності приблизно до середини століття», але вона не є юридично обов'язковою.

У декларації зазначається: «Аналіз Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (МГЕЗК) показує, що глобальна встановлена електрична потужність ядерної енергетики приблизно потроїться з 2020 по 2050 р. за сценарієм середнього потепління на 1,5°C» [25].

У Франції експлуатується 56 ядерних реакторів, один реактор EPR перебуває на стадії пусконаладжувальних робіт на майданчику Фламанвіль. У 2023 р. на атомні електростанції (АЕС) припадало близько 65% від загального обсягу виробництва електроенергії у Франції, а близько 92% електроенергії Франції надходило з низьковуглецевих джерел (атомна та відновлювана енергетика). Стратегія розвитку атомної енергетики пов'язана з цілями,

встановленими Законом про енергетичний перехід для зеленого зростання (LECTV) та Багаторічним енергетичним планом (Programmation Pluriannuelle de l'Energie, PPE) [26].

Велика Британія істотно переосмислила свою національну ядерну стратегію, надавши їй нової політичної ваги в контексті кліматичної політики, енергетичної безпеки та технологічної інновації. Ця стратегія виросла з визнання глибокої залежності країни від викопного палива, зростання вартості імпортованих енергоносіїв, а також необхідності прискорити перехід до вуглецево нейтральної економіки до 2050 року. Ядерна енергетика, у цьому контексті, була переосмислена не лише як джерело базового навантаження для енергосистеми, а й як символ технологічного оновлення британської інфраструктури [27].

Формально нова стратегія була зафіксована в програмному документі *Civil Nuclear Roadmap to 2050*, оприлюдненому урядом у січні 2024 року. У ньому вперше з початку 2010-х років ядерна енергетика визнавалася не як спадщина холодної війни, а як основа низьковуглецевого майбутнього. Відповідно до документа, уряд поставив амбітну ціль - збільшити загальну потужність ядерної генерації до 24 ГВт до 2050 року, що дорівнює приблизно чверті всього електроенергетичного балансу країни [27].

Розпочато консультації щодо прийняття нової Національної політичної заяви з питань ядерної енергетики (EN-7), яка має замінити застарілу EN-6 і створити правову основу для проєктів, що реалізовуватимуться після 2025 року [28].

Варто підкреслити, що EN-7 не лише змінює технічні параметри дозволів, але й встановлює нову парадигму ядерного розвитку як центрального елементу енергетичної політики.

Окрему увагу у британській стратегії приділено впровадженню передових технологій. Йдеться, насамперед, про SMR, які сприймаються як більш

безпечні, дешевші й адаптивні до енергосистеми з високою часткою відновлюваних джерел. Компанія *Rolls-Royce* у партнерстві з урядом розробляє національний SMR-дизайн, що має на меті перший запуск у середині 2030-х років [29].

Від традиційних великомасштабних атомних електростанцій до новаторських технологій, Велика Британія вжила важливих політичних, регуляторних, фінансових та законодавчих заходів для підтримки ядерної енергетики. До них належать стратегічний підхід до проектування енергетичної системи, вдосконалені процедури отримання дозволів та механізми фінансування [30].

Уряд Великої Британії нещодавно оголосив про важливі зміни у процедурі погодження ядерних технологій, спрощуючи процедуру отримання дозволів. По-перше, вони планують замінити Національну заяву про політику (NPS) щодо виробництва ядерної енергії (EN-6), нормативний документ, який визначає політику уряду щодо дозволу на подання заявок на проекти ядерної інфраструктури національного значення (NSIP – проекти, що перевищують певний поріг потужності), новою NPS під назвою EN-7. Новий режим застосовуватиметься до всіх ядерних – тепло- та електричних – проектів потужністю понад 50 МВт [30].

В. Федорчак у своєму дослідженні підкреслює, що зусилля щодо зближення у сфері ядерної політики між Францією і Великобританією відбувалися в умовах подвійного тиску: з боку США, які прагнули зберегти контроль над британським арсеналом, та з боку країн ЄС, які не мали власної ядерної зброї, але хотіли отримати частковий вплив на політику стримування. Зусилля створити «єдине європейське стримування» були політично важливими, але фактично блокувалися як правовими, так і стратегічними бар'єрами, зокрема Договором про нерозповсюдження ядерної зброї (ДНЯЗ) [31].

У підсумку, авторка доходить висновку, що перспективи створення європейської ядерної компоненти цілковито залежать від згоди та взаєморозуміння Парижа й Лондона, а також – не в останню чергу – від політичної волі США. При цьому Великобританія залишається стратегічно обережною, балансуючи між інтеграцією в європейські безпекові структури та відданістю НАТО [31].

Китай реалізовував цілісну ядерну національну стратегію, що поєднує військовий компонент стримування зі швидкою експансією цивільної ядерної енергетики. На відміну від класичних ядерних держав, стратегія КНР не базується на суто спадковому арсеналі доби холодної війни, а формується у відповідь на сучасні безпекові й економічні виклики, зокрема – трансформацію глобального енергетичного ландшафту, зростання геополітичного суперництва з США та необхідність досягнення кліматичної нейтральності.

Військовий аспект китайської ядерної політики продовжує формально базуватися на декларованій політиці невикористання ядерної зброї першим (No First Use), яка закріплена в офіційних документах із 1964 року. Проте, у контексті дедалі агресивнішої риторики щодо Тайваню, стрімкого нарощування кількості міжконтинентальних балістичних ракет та будівництва нових шахтних пускових установок, експерти ставлять під сумнів незмінність цієї доктрини. Зокрема, аналітики Інституту стратегічних досліджень Індो-Тихоокеанського регіону наголошують, що КНР створює можливості для гарантованого удару у відповідь у разі ядерного або конвенційного конфлікту, порівнюючи її модель з радянською ядерною тріадою середини 1980-х років [32].

Китай суттєво розширює і модернізує свою ядерну тріаду, яка сьогодні включає наземні ракетні комплекси (зокрема DF-41), атомні підводні човни класу Jin із балістичними ракетами JL-2 та JL-3, а також стратегічну авіацію, яку представляють бомбардувальники H-6 з можливістю оснащення ядерними боєприпасами. За оцінками аналітиків Federation of American Scientists, станом

на 2024 р. Китай має понад 600 ядерних боєзарядів і планує збільшити цей показник до понад 1000 до кінця десятиліття, що свідчить про відхід від доктрини «мінімального стримування» на користь моделі стратегічного паритету з США [33].

У цивільному секторі ядерна стратегія КНР демонструє ще вищу динаміку. Китай уже є світовим лідером за кількістю реакторів, що перебувають у стадії будівництва. Станом на 2025 р. у країні функціонують 57 реакторів, ще понад 30 споруджуються. Згідно з планами, до 2035 року встановлена ядерна потужність має перевищити 200 ГВт, а до 2050 року - сягнути понад 500 ГВт. Цей показник майже у десять разів перевищує потужності нинішньої Франції - другої за рівнем розвитку ядерної енергетики держави у світі [34].

КНР також активно просуває свою реакторну технологію Hualong One за кордон - у Пакистані вже працюють кілька таких блоків, контракти підписано з Аргентиною, Саудівською Аравією. Таким чином, Китай не лише зменшує свою енергетичну залежність, а й формує зовнішньополітичний інструмент через «ядерну дипломатію».

Китайська державна ядерна корпорація (CNNC) підписала угоду про будівництво атомної електростанції Atucha III вартістю 8 мільярдів доларів в Аргентині [35].

CNNC підписала контракт з Nuclear Power Plant Argentina на інженерно-технічне обслуговування, постачання та будівництво (EPC) атомної електростанції [35].

Окремої уваги заслуговує питання безпеки цивільних ядерних об'єктів. Дослідження Народно-визвольної армії Китаю, опубліковане у 2024 р. , попереджає про можливість атак на атомні станції в разі військового конфлікту – зокрема в районах поблизу Тайванської протоки або Південно-Китайського моря. Згідно з оцінкою авторів, «навіть одне цілеспрямоване ураження реактора може мати ефект, порівняний з використанням тактичної

ядерної зброї», що спонукає Пекін інвестувати в системи ППО та фортифікацію об'єктів критичної інфраструктури [36].

По суті, національні ядерні стратегії цих держав ілюструють три різні моделі: китайську – експансіоністську та техноцентричну, британську – реструктуризаційну і трансатлантичну, французьку – автономну та європейсько-орієнтовану. Всі три країни визнають ядерну енергетику як ключову для енергетичної безпеки, водночас зберігаючи або посилюючи ядерний компонент військової політики в умовах погіршення глобального безпекового середовища.

Франція, Велика Британія та Китай демонструють різні підходи до інтеграції ядерної енергетики у національні стратегії безпеки, розвитку й зовнішньої політики. Французька модель відзначається стабільністю, централізованим державним контролем і стратегічним консенсусом навколо атома як основи енергетичної автономії. Британський підхід трансформується через пріоритет кліматичної політики, технологічної модернізації та посилення ядерної генерації за рахунок SMR. Китай, у свою чергу, реалізує технократичну експансіоністську стратегію – стрімко розвиваючи як цивільну, так і військову ядерну потужність, позиціонуючи себе як глобального ядерного лідера. Усі три держави, попри відмінності, бачать ядерну енергетику як ключовий елемент у відповідь на кліматичні, енергетичні та безпекові виклики XXI ст.

Таким чином, ядерні стратегії Франції, Великої Британії та Китаю яскраво ілюструють, як різні політичні моделі та історичні контексти формують підходи держав до використання атомної енергії. Франція зберігає стабільну централізовану модель, де атом є основою енергетичної незалежності та низьковуглецевої політики. Велика Британія, натомість, модернізує ядерну сферу в межах кліматичного курсу та енергетичної реструктуризації, приділяючи особливу увагу інноваціям. Китай демонструє найбільш амбітний темп розвитку, поєднуючи масштабну цивільну експансію з модернізацією військової ядерної тріади, що підкріплює його геополітичні претензії. Усі три

країни визнають стратегічну цінність ядерної енергетики як гаранта енергетичної безпеки, елементу міжнародного впливу та ключового інструменту боротьби зі зміною клімату в умовах нової глобальної нестабільності.

2.3. росія та інші країни з ядерним потенціалом: експортні амбіції та геополітичні виклики

російська федерація посідає одне з центральних місць у глобальній ядерній енергетиці, як за рівнем внутрішнього виробництва, так і за масштабом експорту технологій. Проте особливість російської моделі полягає у тісному поєднанні цивільної ядерної інфраструктури з військово-промисловим комплексом, а також використанні атомної енергетики як інструменту геополітичного впливу й політичної залежності партнерів. В умовах повномасштабної війни проти України ці риси лише загострилися, а цивільна атомна сфера вийшла за межі енергетики, перетворившись на інструмент стратегічного тиску.

росія є наступницею радянського ядерного комплексу, який упродовж десятиліть будував атомну інфраструктуру в країнах Східної Європи, Азії та Близького Сходу. Сьогодні ядром цієї системи є державна корпорація «росатом», яка об'єднує десятки підприємств: від добування урану до виробництва реакторів, турбін, ядерного палива та систем управління. росатом виконує водночас функції розробника, інженера, фінансиста та експлуатанта - що дозволяє йому пропонувати повний «ядерний пакет» державам, які не мають власної інфраструктури.

Одним із найпотужніших інструментів впливу є програма «build-own-operate», за якою росія не лише будує АЕС, а й фінансує, володіє й обслуговує станцію протягом десятиліть. Така модель застосована в Угорщині (Пакш-2), Туреччині (Акую), Бангладеш (Руппур), Єгипті (Ель-Дабаа) та інших країнах. Вона дозволяє росії закріпити технологічну й політичну залежність держав-клієнтів, які стають прив'язаними до російського палива, технічного персоналу, регламентів обслуговування та гарантійного нагляду.

Особливістю російської стратегії є поєднання «твердої» й «м'якої» сили. З одного боку, через експорт ядерних технологій росія формує довготривалі

відносини з авторитарними режимами, які не завжди мають альтернативи через санкції або політичну ізоляцію. З іншого боку, вона використовує атом як інструмент залякування, шантажу та підризу міжнародних норм, що яскраво проявилось після 2022 р.

Після початку повномасштабного вторгнення в Україну, російські війська вперше в історії захопили діючі ядерні об'єкти, Запорізьку АЕС, Чорнобильський майданчик. Збройна присутність на території ЗАЕС, мінування, обстріли, відключення від електромереж, тиск на персонал, усе це перетворило атомну енергетику на прямий інструмент ведення війни. Такий сценарій поставив під сумнів ефективність усієї архітектури ядерної безпеки, яку формували десятиліттями, від МАГАТЕ до Женевських конвенцій.



Рис. 2.1 Запорізька Атомна Електро Станція [70].

Крім того, росія продовжує реалізовувати "паралельну" ядерну дипломатію, попри санкції та міжнародну ізоляцію. У багатьох регіонах,

особливо в Африці (Нігер, Судан, Зімбабве), на Близькому Сході (Іран, Сирія) та в Азії росатом залишається активним гравцем. Уряди цих країн часто сприймають росію як джерело швидких і відносно дешевих рішень для розвитку енергетики, хоча ці рішення супроводжуються високим рівнем залежності й політичних умовностей.

У сучасній глобальній системі ядерної енергетики та безпеки росія, поряд з іншими державами, що володіють ядерним потенціалом, дедалі активніше використовує експорт атомних технологій як інструмент геополітичного впливу. Ядерний експорт стає не лише джерелом прибутку чи елементом технологічної присутності, а повноцінним засобом проєкції влади, особливо в умовах конкуренції за країни Глобального Півдня та деградації багатосторонніх режимів контролю над озброєннями. У цій динаміці переплітаються інтереси держав із різними політичними режимами, моделями управління атомною енергетикою та стратегічними пріоритетами.

В умовах посилення багатополярності та змін у світовій системі безпеки, експорт ядерних технологій і послуг набуває для кремля стратегічного значення. Це яскраво проявляється в масштабних проєктах будівництва атомних електростанцій у країнах Близького Сходу, Південної Азії та Африки, які здійснюються корпорацією «Росатом» - державною структурою, що виконує не лише економічні, а й політичні функції, слугуючи інструментом державної зовнішньої політики [37].

Така діяльність створює політичну залежність партнерів від російських технологій, що підсилює вплив москви у регіонах стратегічного інтересу.

Водночас росатом уникає міжнародних санкцій, що є викликом для західних політик, особливо на тлі війни росії з Україною. Уникнення санкцій стало результатом складної інтеграції корпорації в глобальні енергетичні ринки і політичного тиску на держави, які користуються послугами росатома [38].

У цьому контексті експорт ядерних технологій є важливою складовою не лише економічної вигоди, а й механізмом політичного впливу росії на світову арену.

На сьогодні міжнародна спільнота не має ефективного механізму впливу на атомну політику росії. МАГАТЕ залишається обмеженим у своїх повноваженнях, а економічні санкції поки що не зупинили експортні ініціативи росатому. Більше, в окремих країнах-членах ЄС досі реалізуються проекти за участю росії, що свідчить про незавершеність політичного розриву з агресором у сфері високих технологій.

Геополітичні виклики, пов'язані з розширенням ядерних технологій і амбіцій, зокрема у випадках Індії, Пакистану, Північної Кореї та Ірану, ускладнюють підтримання стабільності в міжнародній системі безпеки. росія часто виступає не лише як постачальник технологій, але й як стратегічний партнер, що надає технічну допомогу цим країнам, що створює потенційні ризики для регіональної і глобальної безпеки [39].

Індія є унікальним прикладом країни, яка водночас володіє ядерною зброєю, розвиває масштабну цивільну ядерну енергетику, але не є учасницею Договору про нерозповсюдження ядерної зброї (ДНЯЗ). Такий статус робить її класичним прикладом так званої "граничної ядерної держави", тобто країни, що знаходиться на межі міжнародно визнаного режиму ядерної відповідальності, але при цьому зберігає стратегічне визнання з боку провідних держав і бере активну участь у глобальних ядерних ініціативах.

Індія стала фактично ядерною державою після проведення ядерного випробування «Smiling Buddha» в 1974 р. , але на відміну від офіційних "п'яти" держав, вона не підписала ДНЯЗ, вважаючи його несправедливим і таким, що закріплює ядерну нерівність. У 1998 р. Індія провела другу серію випробувань і офіційно оголосила про створення власної ядерної тріади, що викликало нову хвилю напруженості в регіоні.

Попри свій військовий ядерний статус, Індія не порушує міжнародних зобов'язань, оскільки формально не є стороною ДНЯЗ. Її цивільна ядерна програма розвивається в межах двосторонніх угод і частково під гарантіями МАГАТЕ, що створює ситуативну легітимність, але не в повному обсязі міжнародної прозорості.

Індія активно позиціонує мирний атом як елемент сталого розвитку, прагнучи наростити ядерну генерацію до 25% електропостачання в довгостроковій перспективі. Станом на 2024 р. в країні працюють 22 реактори загальною потужністю понад 6,7 ГВт, ще 8 у стадії будівництва.

Індійська модель базується на власних реакторах типу PHWR, а також на імпортованих реакторах ВВЕР із росії, EPR із Франції. Особливу увагу уряд приділяє розробці торієвих реакторів, оскільки країна володіє одними з найбільших запасів торію у світі - це стратегічно важлива альтернатива урановому паливу.

Індія активно розвиває свою ядерну енергетику, прагнучи досягти 100 ГВт потужності до 2047 року [40].

З метою залучення іноземних інвестицій уряд Індії планує внести зміни до законодавства про цивільну ядерну відповідальність, обмежуючи відповідальність постачальників обладнання, що відповідає міжнародним стандартам. Ці реформи спрямовані на залучення таких компаній, як General Electric та Westinghouse Electric, які раніше уникали індійського ринку через ризики необмеженої відповідальності [41].

Індія має поділ між реакторами, цивільні, які підлягають інспекціям МАГАТЕ, і військові, що залишаються під контролем національної програми. Така ситуація створює постійні сумніви щодо прозорості ядерного циклу, особливо у питаннях виробництва плутонію, центрифуг нового покоління, збагачення урану й утилізації відходів.

У регіональному плані Індія перебуває в умовах постійного стратегічного тиску з боку Пакистану та Китаю. Це змушує уряд підтримувати національну ядерну доктрину стримування, що поєднується з активною модернізацією цивільного атома.

Корейська Народно-Демократична Республіка (КНДР) є унікальним прикладом того, як ядерна енергетика може слугувати інструментом розвитку військового потенціалу, політичного шантажу та виживання авторитарного режиму. На відміну від інших ядерних держав, Північна Корея не розвивала мирну ядерну енергетику як джерело електроенергії, її ядерна програма з самого початку мала подвійне, але переважно військове призначення, що й обумовило глибоку ізоляцію держави та серйозну ескалацію регіональної нестабільності.

Історія ядерної програми КНДР бере початок у 1960-х роках, коли за підтримки СРСР у країні було створено ядерний науково-дослідний центр у Йонбоні. У 1980-х рр. було введено в експлуатацію графіто-водоохолоджувальний реактор потужністю 5 МВт, офіційно призначений для наукових потреб, але фактично здатний виробляти плутоній, придатний для створення ядерної зброї. Саме цей реактор згодом став осердям північнокорейської військової ядерної програми.

Хоча КНДР приєдналася до Договору про нерозповсюдження ядерної зброї (ДНЯЗ) у 1985 р. , її співпраця з МАГАТЕ була поверховою та нетривалою. Вже у 1993 р. Пхеньян оголосив про намір вийти з ДНЯЗ, а у 2003 р. цей крок був реалізований де-факто. Відтоді КНДР перетворилася на першу в історії державу, яка добровільно вийшла з режиму нерозповсюдження та офіційно заявила про свій ядерний статус.

Починаючи з 2006 р., КНДР провела щонайменше шість підземних ядерних випробувань, останнє з яких у 2017 р. Ці випробування супроводжувалися випробуваннями міжконтинентальних балістичних ракет,

здатних нести ядерний заряд. Таким чином, на сьогодні КНДР фактично має повноцінну ядерну тріаду (щоправда, з обмеженою мобільністю та точністю), яка виконує функцію засобу стратегічного стримування та політичного тиску.

Хоча Пхеньян продовжує називати свою ядерну програму «мирною» і наголошує на її оборонному характері, фактично жодного цивільного ядерного енергоблоку у КНДР не існує. Виробництво електроенергії з атома є маргінальним і не має системного характеру. Більше того, економічна доцільність такої програми для країни із дефіцитом продовольства, енергетики та інвестицій є вкрай сумнівною, що свідчить про суто політико-військову мотивацію ядерного розвитку.

Північна Корея (КНДР) в останні роки демонструє послідовну ескалацію ядерної програми, що супроводжується змінами в геополітичних орієнтирах та зростанням ризиків для глобальної безпеки.

У 2022 р. КНДР ухвалила закон, який дозволяє превентивне застосування ядерної зброї у відповідь на загрози існуванню держави. Цей документ закріплює виключне право Кім Чен Ина на запуск ядерного удару та передбачає автоматичну відповідь у разі знищення керівництва країни. Таким чином, ядерна доктрина КНДР стала більш агресивною та менш передбачуваною [42].

У 2023–2024 р. КНДР здійснила низку випробувань нових типів озброєнь, включаючи твердопаливні міжконтинентальні балістичні ракети та ядерні безпілотні підводні апарати. Ці дії свідчать про прагнення Пхеньяна до створення багаторівневої системи стримування, здатної завдати удару по базах США в Гуамі, Японії та на Гаваях [43].

З 2023 року КНДР активізувала співпрацю з Росією. У червні 2024 року було підписано договір про стратегічне партнерство, який передбачає взаємну допомогу у разі війни. Пхеньян постачає Москві боєприпаси та ракети для війни проти України в обмін на продовольство, паливо та технології [44].

Таким чином, ядерна програма КНДР є радше військово-політичним проєктом, ніж енергетичним. Вона становить пряму загрозу регіональній та глобальній стабільності, підриває режим нерозповсюдження та демонструє, що атом може бути використаний як інструмент стратегічного шантажу. При цьому сама ідея мирного атома у випадку Північної Кореї виявилася лише прикриттям для геополітичних амбіцій із високим ступенем руйнівного потенціалу.

Приклад росії, Індії та КНДР демонструє, що ядерна енергетика може бути не лише джерелом енергії, а й потужним інструментом геополітичного впливу, стратегічного шантажу та підриву міжнародного режиму нерозповсюдження. росія використовує цивільний атом як засіб політичного контролю і важіль впливу в глобальному Півдні, зокрема через модель «build-own-operate». Індія водночас поєднує військову і мирну ядерну програму поза рамками ДНЯЗ, балансуючи між прагматизмом і суверенітетом. КНДР ж повністю мілітаризувала свою ядерну програму, демонструючи, як атом може перетворитись на засіб ізоляції та стратегічного шантажу. Ці кейси актуалізують потребу у посиленні міжнародного контролю, прозорості та нових механізмах реагування на виклики ядерного використання в умовах нестабільності.

2.4. Роль Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ) у контролі та регулюванні

Міжнародне агентство з атомної енергії (МАГАТЕ) відіграє ключову роль у забезпеченні ядерної безпеки та нерозповсюдження ядерної зброї, виконуючи функції контролю, верифікації та нормативного регулювання. Засноване у 1957 р. як автономна організація під егідою ООН, МАГАТЕ діє як технічний інспектор, що забезпечує дотримання державами зобов'язань щодо виключно мирного використання ядерної енергії. Основною метою МАГАТЕ є сприяння безпечному, надійному та мирному використанню ядерних технологій з одночасним запобіганням їх застосуванню у воєнних цілях.

В основі мандата МАГАТЕ лежить амбітне, але стратегічно чітке завдання: «запобігати використанню ядерної енергії для воєнних цілей, сприяючи при цьому її мирному застосуванню в енергетиці, медицині та промисловості». Ця формула, хоч і здається компромісною, по суті відображає глибинну напругу між потенціалом і ризиком, закладеним у самому понятті «мирного атома».

Основним інструментом МАГАТЕ є система гарантій, яка включає технічні заходи для верифікації того, що ядерні матеріали не використовуються для військових цілей. Ці заходи передбачають збір та оцінку інформації, розробку індивідуального підходу до кожної держави, планування та проведення інспекцій, а також формування висновків щодо дотримання зобов'язань. Щорічні звіти про реалізацію гарантій надають міжнародній спільноті впевненість у тому, що держави виконують свої зобов'язання [45].

МАГАТЕ виконує свою місію через кілька ключових напрямів. Передусім, це система гарантій, що передбачає інспектування ядерних об'єктів, перевірку цілісності й обсягів ядерного матеріалу, встановлення спостереження за циклогенераторними установками, реакторами, сховищами відходів. Така діяльність має на меті верифікувати, що жодна країна, яка офіційно не володіє

ядерною зброєю, не використовує свої об'єкти для воєнних розробок. На практиці ці гарантії реалізуються через угоди про співпрацю та моніторинг, які країни укладають добровільно, хоча в рамках ДНЯЗ їх виконання є обов'язковим для без'ядерних держав.

Ще один вимір діяльності Агентства - науково-технічне співробітництво. МАГАТЕ не лише контролює, а й активно поширює ядерні знання серед країн, що розвиваються, підтримуючи програми в галузях медицини, сільського господарства, охорони довкілля. У цьому сенсі воно виступає не лише наглядовим органом, а й провідником ідеї, що ядерна технологія може служити людству без небезпеки.

В фокусі роботи МАГАТЕ пріоритетне місце займає співробітництво з Україною на напрямі подолання наслідків Чорнобильської катастрофи. Із 1990 року МАГАТЕ надало близько 16 млн. дол. США на реалізацію 15 проектів технічної підтримки в Україні з чорнобильської проблематики. Загалом, технічне співробітництво України з МАГАТЕ не обмежується реалізацією національних та регіональних проектів – українські фахівці і науковці залучаються до участі у наукових конференціях, засіданнях технічних комітетів та груп, робочих зустрічах із обміну досвідом тощо. Агентство сприяє Україні у формуванні державної політики із протидії онкозахворюванню. Україна користується науково-технічними напрацюваннями та досвідом МАГАТЕ, впроваджуючи їх у практичну діяльність на АЕС та інших об'єктах ядерної інфраструктури, що стало особливо актуальним в процесі зміни парадигми безпекових підходів на українських АЕС після початку російської агресії у лютому 2014 року. Це стосується підвищення рівнів ядерної безпеки та захищеності, поводження з радіоактивними відходами, аварійної готовності, використання інноваційних технологій, технік та обладнання, підвищення ефективності функціонування ядерного регулятора тощо [68].

У 2020 р. генеральний директор МАГАТЕ Рафаель Маріано Гроссі закликав 31 державу, які досі використовують застарілий Протокол про малі

кількості (SQP), оновити або скасувати його, оскільки він не забезпечує належного рівня прозорості та контролю. Цей крок спрямований на усунення слабких місць у системі гарантій та забезпечення більш ефективного моніторингу ядерної діяльності [46].

Після початку російської агресії, Україні вдалося унеможливити використання Росією майданчику МАГАТЕ для визнання зміни української юрисдикції над ядерними об'єктами і матеріалом, що залишилися на ТОТ в АР Крим та м. Севастополь. Враховуючи те, що мандат МАГАТЕ охоплює суто технічні питання, пов'язані з гарантіями безпеки ядерних об'єктів та матеріалів, вдалося забезпечити непохитну позицію МАГАТЕ, відповідно до якої Агентство продовжує застосовувати гарантії до ядерного матеріалу та установок, що знаходяться в АР Крим та м. Севастополь, у відповідності до Угоди між Україною та МАГАТЕ про застосування гарантій у зв'язку з ДНЯЗ та Додаткового протоколу до неї. Всупереч активним намаганням РФ використати майданчик МАГАТЕ для легітимізації зміни статусу півострову, а також незважаючи на неможливість його відвідання інспекторами Агентства, протягом більше ніж 6 років окупації цієї частини території України в усіх офіційних звітних документах МАГАТЕ фіксувалася виключно така позиція. Україна активно використовує трибуну МАГАТЕ для інформування міжнародної спільноти щодо загроз міжнародному режиму нерозповсюдження з боку ядерної країни внаслідок триваючої окупації півострову і мілітаризації цієї території, в тому числі і з використанням засобів доставки ядерної зброї [68].

Міжнародне агентство з атомної енергії (МАГАТЕ) відіграє ключову роль у забезпеченні ядерної безпеки на Запорізькій атомній електростанції (ЗАЕС), яка перебуває під російською окупацією з березня 2022 року. З моменту встановлення постійної присутності на станції у вересні 2022 року, МАГАТЕ здійснює моніторинг та інспекції, незважаючи на складні умови, включаючи обстріли та обмежений доступ до деяких об'єктів .

Незважаючи на складну ситуацію, МАГАТЕ продовжує виконувати свою місію на ЗАЕС, прагнучи забезпечити ядерну безпеку та запобігти можливим аваріям. Проте обмежений доступ до деяких об'єктів станції та постійна військова активність у регіоні ускладнюють виконання цих завдань .

Крім того, зростає складність технологічного моніторингу. Використання центрифуг нового покоління, розосереджених виробничих майданчиків, малих модульних реакторів (SMR) та інших інновацій ставить перед МАГАТЕ нові завдання, на які часто бракує ані кадрів, ані правових механізмів. Організація змушена постійно балансувати між науковою нейтральністю та політичною вразливістю, особливо коли її звіти стають предметом міжнародних дебатів, як у випадку Ірану, КНДР чи сирійських об'єктів.

Отже, МАГАТЕ є критично важливою інституцією в архітектурі глобальної ядерної безпеки, що поєднує функції технічного контролю, верифікації, сприяння мирному використанню ядерних технологій і стримування їх воєнного застосування. У сучасному світі, позначеному геополітичною напругою, новими технологічними викликами та зростанням ризиків мілітаризації атомної енергетики, роль Агентства виходить за межі суто інспекційної — воно стає символом міжнародної довіри та відповідальності. Приклад співпраці з Україною, зокрема щодо Запорізької АЕС та Чорнобильської зони, демонструє здатність МАГАТЕ діяти навіть у надзвичайно складних умовах. Водночас майбутнє ефективності цієї організації залежить від її здатності адаптуватися до нових загроз, зберігаючи баланс між технічною нейтральністю та моральною позицією в умовах кризи.

РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЧНІ ТА БЕЗПЕКОВІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ЯДЕРНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В ГЛОБАЛЬНОМУ КОНТЕКСТІ

3.1. Ядерна енергетика та глобальні екологічні виклики: зміна клімату, енергетичний перехід

Історія показала, що навіть найвищі стандарти безпеки не гарантують повної захищеності. Катастрофи на Чорнобильській (1986) та Фукусімській (2011) АЕС продемонстрували, що наслідки аварій можуть тривати десятиліттями, охоплювати тисячі квадратних кілометрів забрудненої території, мати відкладений ефект на здоров'я населення й екосистеми.

Ці події також спричинили формування потужних антиядерних рухів і політик відмови від ядерної енергетики (Німеччина). Водночас інші держави (наприклад, Франція, Китай, Південна Корея) навпаки посилили інвестиції в безпечніші й модернізовані системи контролю.

Ядерна енергетика посідає особливе місце в сучасному глобальному енергетичному ландшафті, особливо в контексті боротьби зі зміною клімату та потребою в енергетичному переході до низьковуглецевих джерел. На тлі загального консенсусу серед наукової спільноти щодо антропогенного характеру кліматичних змін, ключовим пріоритетом міжнародної політики стало скорочення викидів парникових газів, передусім CO₂, головного побічного продукту спалювання викопного палива [47].

Хоча під час роботи реакторів не відбувається прямих викидів парникових газів, весь ядерний паливний цикл, від видобутку урану до зберігання відходів, має власний вуглецевий слід. Видобуток, збагачення, транспортування, будівництво об'єктів, усе це створює викиди, що порівнянні з викидами газових електростанцій.

У цьому контексті ядерна енергетика пропонує безвуглецеву альтернативу тепловим електростанціям, забезпечуючи водночас базове

навантаження в енергосистемі. На відміну від вітрової та сонячної енергії, вона не залежить від погодних умов і здатна функціонувати впродовж тривалого часу з високим коефіцієнтом корисної дії. За даними Міжнародного енергетичного агентства (ІЕА), ядерна енергетика у 2022 р. забезпечила приблизно 10% світового виробництва електроенергії, водночас забезпечивши понад 25% «чистої» електроенергії серед джерел, що не виробляють CO₂ [48].

Глобальний енергетичний перехід передбачає поступову відмову від викопного палива на користь стійких, низьковуглецевих технологій. Ядерна енергетика в цьому процесі може виконувати роль «моста», стабілізуючого чинника на етапі інтеграції великої кількості нестабільних ВДЕ (відновлюваних джерел енергії) у національні енергосистеми [49].

Особливо актуальною така модель виглядає для країн з високою щільністю населення, обмеженим доступом до природних ресурсів або нестабільним кліматом.

Однак роль ядерної енергетики у зеленій трансформації енергетики залежить не лише від технологічних, а й від політичних і соціальних факторів. У Європейському Союзі, наприклад, тривають дискусії щодо включення ядерної енергетики до таксономії сталого фінансування. Франція виступає за активну роль атомної енергетики в досягненні кліматичної нейтральності, тоді як Німеччина завершила виведення з експлуатації своїх АЕС, аргументуючи це високими ризиками [50].

Перші прояви антиядерної активності з'явилися одразу після бомбардувань Хіросіми і Нагасакі у 1945 р. Масштаб трагедії, який став відомим світові вже в перші повоєнні роки, викликав глибоку моральну критику ядерної зброї. У 1950-х роках активізувалися кампанії проти ядерних випробувань – зокрема у США, Великій Британії, Японії та Скандинавських країнах.

Із розвитком мирного атома у 1960–70-х роках з'явилися масові рухи проти будівництва АЕС. У Німеччині, Франції, Австрії, США та Швеції відбувалися багатотисячні демонстрації, блокування будівництва, петиції, судові позови. Вони об'єднували екологічні, пацифістські, ліві політичні та навіть релігійні середовища. Одним із символів цього етапу стало створення організації Greenpeace, що активно виступала проти ядерних випробувань, відходів і атомної індустрії загалом.

Насамкінець, у довгостроковій перспективі розвиток ядерної енергетики неминуче переплітатиметься з прогресом у сфері технологій замкненого паливного циклу, включаючи повторне використання відпрацьованого палива, та, потенційно, з розвитком термоядерної енергетики як принципово нового джерела. Таким чином, ядерна енергетика не є панацеєю, але й не є застарілою. У поєднанні з ВДЕ, технологіями зберігання енергії та електрифікацією промисловості, вона може стати важливою ланкою глобального переходу до стійкої, безвуглецевої енергетики [51].

Ядерна енергетика продовжує залишатися одним із ключових і водночас найбільш суперечливих елементів глобального енергетичного ландшафту. Її потенціал у боротьбі зі зміною клімату та забезпеченні стабільного енергопостачання є вагомим аргументом на користь подальших інвестицій. Водночас історичні трагедії, висока вартість, екологічні ризики та активність антиядерних рухів формують складне суспільне й політичне тло. У майбутньому значення ядерної енергетики залежатиме від здатності поєднати технологічну інноваційність із прозорістю, безпечністю й суспільною довірою як на національному, так і міжнародному рівнях.

3.2. Проблеми ядерної безпеки: аварії, тероризм, збереження ядерних відходів

Ядерна енергетика - це галузь, що викликає не лише технічні або екологічні побоювання, але й глибокі психологічні, культурні та соціальні реакції. Через свою історичну асоціацію з ядерною зброєю, катастрофами та невидимою радіаційною загрозою, атом залишається одним із найбільш чутливих об'єктів суспільного сприйняття, що робить його надзвичайно вразливим до інформаційних впливів, паніки та спекуляцій.

Дезінформація у сфері ядерної енергетики є не просто інформаційним викривленням, а реальною загрозою безпеці, оскільки вона здатна спричинити: порушення евакуаційних і кризових протоколів, недовіру до фахових структур, політичний тиск на державні рішення, масову паніку серед населення.

Яскравим прикладом є події навколо аварії на Чорнобильській АЕС у 1986 р. , коли перші дні після катастрофи супроводжувалися замовчуванням інформації радянським урядом, що лише посилювало страхи, породило десятки чуток і сформувало глибоку атомофобію, особливо в країнах Центральної та Східної Європи.

Аналогічна ситуація мала місце й під час аварії на Фукусімській АЕС у 2011 р. , коли соціальні мережі, ЗМІ та різноманітні активісти поширювали суперечливі дані про масштаб забруднення, радіаційні хмари та загрозу для Тихоокеанського регіону. Внаслідок цього рівень громадської довіри до офіційної інформації різко знизився, а у ряді країн, зокрема в Німеччині почалися масові антиядерні мітинги, що вплинули на енергетичну політику.

У XXI столітті проблема дезінформації загострилася через: масове використання соціальних мереж як джерела «новин», інфляцію експертності, поширення неперевіраних коментарів, «альтернативних думок» та псевдонаукових висновків, інформаційні атаки, зокрема з боку авторитарних

держав або проксі-гравців, які використовують ядерну тему як інструмент психологічної війни.

Один з прикладів, це маніпуляції навколо Запорізької АЕС після її окупації російськими військами у 2022 р. В інформаційному просторі поширювалися взаємовиключні заяви про замінування, обстріли, витoki радіації, які не мали підтвердження, але спричиняли напруження як в Україні, так і в Європі. У результаті рівень паніки зростав, що створювало додаткове навантаження на державні структури, міжнародні організації та місцеву владу.

Проблеми ядерної безпеки постають на перетині технологічного прогресу, геополітичної нестабільності та екологічної відповідальності. Попри істотний розвиток стандартів безпеки, який став особливо помітним після катастроф Чорнобиля й Фукусіми, ядерна енергетика залишається вразливою до низки ризиків, як природних і техногенних, так і антропогенних, пов'язаних із зловмисними діями. Питання аварійної готовності, запобігання тероризму й довгострокового зберігання відходів є центральними у глобальному дискурсі щодо доцільності й стійкості мирного використання ядерних технологій.

Упродовж останніх років національні та міжнародні регулятори посилили вимоги до пасивних систем безпеки та механізмів автоматичного реагування. Проте навіть найсучасніші реактори, не гарантують абсолютного уникнення аварій. Звіт Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ) за 2022 р. констатує, що людський чинник і екстремальні зовнішні події залишаються критичними елементами ризику, а повені, землетруси, військові дії чи кіберзагрози здатні спричинити збої в системах охолодження чи енергозабезпечення реакторів, основних вузлах аварійних сценаріїв [52].

Окрему занепокоєність викликає можливість навмисного втручання у функціонування ядерної інфраструктури. У 2023 р. у звіті NTI Nuclear Security Index підкреслювалося, що хоча у більшості розвинених держав фізичний захист ядерних об'єктів відповідає встановленим стандартам, у понад 50 країнах

існують суттєві прогалини в системах виявлення незаконного обігу матеріалів, підготовці персоналу та внутрішньому аудиту безпеки [53].

Погіршення геополітичного середовища, а також атаквальна діяльність державних і недержавних суб'єктів у кіберпросторі підвищують ризик саботажу систем контролю, що, зважаючи на інтегрованість цифрових компонентів у сучасних реакторах, створює нові вектори вразливості.

На практиці приклад реальної небезпеки європейська спільнота спостерігала під час війни в Україні, де навколо Запорізької АЕС у 2022–2023 роках виникали постійні загрози пошкодження енерго та охолоджувальної інфраструктури. Як зазначено в доповідях МАГАТЕ, присутність військових підрозділів у зоні атомної станції, безпрецедентний виклик для сучасного режиму ядерної безпеки.

Одна з головних екологічних проблем - це довготривале зберігання відпрацьованого ядерного палива (ВЯП). Навіть після вивантаження з реакторів, ВЯП залишається надзвичайно радіоактивним та небезпечним протягом сотень, а подекуди й тисяч років. Його безпечне зберігання вимагає складних технічних рішень, глибоких геологічних сховищ, які потребують політичної стабільності, суспільної підтримки та мільярдних інвестицій.

Крім гострих ризиків, надзвичайно складною залишається проблема довгострокового управління радіоактивними відходами. Високоактивні залишки, зокрема відпрацьоване ядерне паливо, зберігають небезпечні властивості протягом сотень тисяч років, а більшість держав досі не мають функціональних остаточних сховищ. У 2021 р. Організація економічного співробітництва та розвитку (OECD-NEA) опублікувала звіт, згідно з яким понад 90% високоактивних відходів у світі зберігаються у тимчасових сухих чи мокрих сховищах поблизу АЕС, що підвищує технічні й політичні ризики у разі нестабільності [54].

Фінляндія – єдина країна, яка практично завершила будівництво глибокого геологічного сховища Onkalo, яке почне функціонувати з другої половини 2020-х рр. [55].

Однак навіть у таких передових проєктах не вирішено питання міжпоколінної передачі знань та інституційної відповідальності за тисячоліття.

У більшості країн такі сховища все ще перебувають на стадії планування або побудови. Тим часом ВЯП зберігається у тимчасових сховищах на території АЕС, що збільшує ризики забруднення довкілля у разі аварій, воєнних дій або диверсій.

Із початку 2000-х років, особливо після терактів 11 вересня 2001 року, питання фізичного захисту атомних об'єктів стало одним із головних у порядку денному МАГАТЕ та національних регуляторів. Основна загроза – цілеспрямовані спроби проникнення на АЕС або диверсії проти систем охолодження й управління. Додатково існує ризик використання відпрацьованого ядерного палива для створення так званих «брудних бомб».

У ряді країн уже зафіксовано спроби розвідки маршруту охорони АЕС, спостереження за персоналом, несанкціонованого збирання даних. Наприклад, у Бельгії у 2016 р. було виявлено змову терористів, які стежили за працівником атомної станції. У Пакистані, Ірані та інших країнах періодично фіксуються затримання осіб, підозрюваних у намірах проникнення на ядерні об'єкти.

Глобальні зусилля з управління ядерною безпекою просуваються також через міжнародні ініціативи, зокрема Глобальну ініціативу з протидії ядерному тероризму (GICNT) і Стратегію ядерної безпеки МАГАТЕ. Водночас на практиці ефективність таких механізмів обмежується добровільністю участі, фрагментованістю регіональної політики та низьким рівнем транспарентності. У доповіді МАГАТЕ 2022 року прямо зазначено, що більшість країн з енергетичними реакторами не публікують відкриту інформацію про інциденти безпеки, а отже унеможливають колективне навчання на глобальному рівні.

Ядерна енергетика, попри технічний прогрес і високі стандарти безпеки, залишається вразливою до низки викликів, серед яких особливо небезпечними є дезінформація, психологічна паніка, терористичні загрози та проблеми довготривалого зберігання відпрацьованого палива. Події навколо Запорізької АЕС, Фукусіми й Чорнобиля показали, що кризи в ядерній сфері – це не лише технологічні інциденти, але й інформаційні, політичні та соціальні шоки. Сучасні системи безпеки повинні інтегрувати не лише інженерні бар'єри, а й механізми довіри, кризового інформування, кіберзахисту та міжнародної прозорості. Тільки комплексний підхід, що поєднує технічну досконалість і соціальну відповідальність, здатен гарантувати довготривалу стійкість мирного атома.

3.3. Ядерна енергетика як інструмент «м'якої сили» і дипломатії

Вперше в історії людства атомна електростанція стала об'єктом бойових дій, йдеться про Запорізьку АЕС, яку російські війська захопили у 2022 р. Протягом кількох років ця станція функціонувала фактично в умовах окупації, із загрозами підриву, обстрілами території, відключенням електропостачання, психологічним тиском на персонал. Цей випадок засвідчив критичну вразливість ядерних об'єктів у зоні конфлікту, відсутність ефективних механізмів реагування з боку МАГАТЕ та міжнародного права.

Ядерна енергетика дедалі виразніше проявляється не лише як джерело енергії, а як інструмент «м'якої сили» (soft power) і дипломатичного впливу. Володіння ядерними технологіями, зокрема можливість будівництва, експлуатації та експорту атомних електростанцій, надання інженерної допомоги, підготовки персоналу і доступу до паливного циклу, дозволяє державам формувати довгострокові зв'язки із партнерами, впливати на регіональні енергетичні баланси і закріплювати свою присутність у стратегічно

важливих регіонах. У цьому сенсі ядерна енергетика виступає не лише як технологічний актив, але і як інструмент проєкції престижу, стабільності та "відповідального" впливу на глобальному рівні.

Особливо активно ядерна дипломатія застосовується з боку таких держав, як росія, Китай, Франція, Південна Корея та США, які мають розвинені національні програми і можливості експорту реакторних технологій.

Китай активно просуває власні ядерні розробки, зокрема реактори Hualong One, що вже експортуються до Пакистану (Карачі 2 і 3), а також розглядаються для використання в Аргентині. Щодо Аргентини, Китай і Аргентина відновили переговори про будівництво реактора Hualong One на АЕС Atucha III.



Рис. 3.1 Реактор Hualong One [71].

У 2022 р. було досягнуто домовленості про фінансування та постачання обладнання, що свідчить про наміри Китаю закріпитися на латиноамериканському ринку ядерної енергетики .

Франція продовжують займати провідні позиції в експорті реакторів завдяки перевіреним моделям і гнучким умовам контрактів. Зокрема, французька EDF активно просувала EPR-1200 у Східній Європі.



Рис. 3.2 EPR-1200 [69].

У випадку США використання ядерної енергетики як інструмента дипломатії набуло нових рис після виходу з деяких багатосторонніх режимів у попередні роки та повернення до активної участі у кліматичній політиці після 2021 року. Адміністрація Байдена акцентувала увагу на "чистій" ядерній енергетиці як частині глобального енергетичного переходу, зокрема в рамках ініціативи Foundational Infrastructure for the Responsible Use of Small Modular Reactor Technology (FIRST). Ця програма передбачає підтримку країн, які прагнуть розвивати ядерну енергетику з нуля, шляхом передачі ноу-хау, зміцнення регуляторної спроможності та залучення до західного ринку постачання палива [12].

Сучасна ядерна енергетика дедалі більше виходить за межі суто технічної сфери, набуваючи стратегічного та геополітичного значення. Захоплення Запорізької АЕС у 2022 році стало безпрецедентним випадком, що оголив критичну вразливість ядерних об'єктів у зонах збройного конфлікту та недосконалість міжнародних механізмів реагування. Водночас посилення ядерної дипломатії з боку провідних держав – таких як США, Китай, Франція – свідчить про зростаюче використання мирного атома як інструменту «м'якої сили», що формує довготривалі політичні й енергетичні зв'язки. Таким чином, ядерна енергетика стає важливою складовою не лише енергетичної, а й зовнішньополітичної стратегії ядерних держав.

3.4. Перспективи міжнародного співробітництва в ядерній галузі

Міжнародне співробітництво в ядерній галузі набуло нового стратегічного значення, зумовленого зростаючим попитом на низьковуглецеву енергію, геополітичними викликами та необхідністю посилення глобальної ядерної безпеки. Міжнародне агентство з атомної енергії (МАГАТЕ) залишалося ключовим координатором у цій сфері, реалізуючи технічні програми співпраці, що охоплюють передачу технологій, розвиток регуляторних систем та підвищення кваліфікації фахівців у країнах, які розвивають або планують розвивати ядерну енергетику .

У 2025 р. МАГАТЕ організувало Міжнародну конференцію з питань залучення зацікавлених сторін до ядерних енергетичних програм, що підкреслює важливість прозорості та довіри в реалізації ядерних проєктів . Крім того, МАГАТЕ активно сприяло зміцненню ядерної безпеки через організацію міжнародних тренінгів та конференцій, спрямованих на запобігання незаконному обігу ядерних матеріалів [56].

Європейський Союз, через Інструмент міжнародного співробітництва у сфері ядерної безпеки (INSC) на 2021–2027 рр. , підтримував розвиток культури ядерної безпеки, безпечне управління радіоактивними відходами та впровадження ефективних заходів контролю за ядерними матеріалами в країнах-партнерах . Особливу увагу було приділено підтримці України у відновленні ядерної безпеки після вторгнення Росії у 2022 р. [57].

У 2025 р. Франція активізувала співпрацю з В'єтнамом у сфері ядерної енергетики, обговорюючи можливості відновлення в'єтнамської ядерної програми для задоволення зростаючих енергетичних потреб країни . Індія розглядала можливість поступового дозволу на іноземні інвестиції до 49% у своєму ядерному енергетичному секторі, що свідчить про прагнення залучити іноземні технології та капітал [58].

У США двопартійна група законодавців у 2025 р. представила законопроект, спрямований на посилення американського лідерства в ядерній енергетиці. Законопроект передбачає підтримку експорту ядерних технологій, спрощення регуляторних процедур та фінансування проєктів, що мають критичне значення для національної безпеки [59].

Китай, у співпраці з МАГАТЕ, активно ділився своїм досвідом та технологіями з країнами Глобального Півдня, сприяючи підвищенню рівня безпеки та захисту ядерних об'єктів у цих країнах.

Міжнародне співробітництво у сфері ядерної енергетики в умовах сучасних глобальних викликів набуває нового стратегічного значення. Ключові актори – МАГАТЕ, ЄС, США, Франція, Китай – дедалі активніше не лише просувають власні технології, але й формують стандарти безпеки, прозорості та відповідального використання ядерної енергії. Розширення технічного партнерства, інституційної допомоги й політичної координації сприяє стабілізації ядерного порядку та зменшує ризики розповсюдження. Таким

чином, глобальна взаємодія в ядерній галузі перетворюється на важливий елемент як енергетичної безпеки, так і міжнародної довіри.

SWOT - аналіз

Strengths (Сильні сторони)	Weaknesses (Слабкі сторони)	Opportunities (Можливості)	Threats (Загрози)
Низькі викиди парникових газів	Висока вартість будівництва та довгі терміни реалізації проектів	Посилення ролі в регіональній енергетичній дипломатії	Використання мирного атому як прикриття для розробки зброї (Іран, КНДР)
Висока енергетична щільність	Старіння інфраструктури (особливо у Франції, США)	Розвиток нових технологій (SMR, термоядерна енергія і реактори IV покоління)	Атаки на інфраструктуру та кіберзагрози
Інструмент геополітичного впливу (експорт технологій, двосторонні угоди)	Проблема поводження з відпрацьованим паливом	Можливість міжнародного співробітництва	Техногенні катастрофи (Фукусіма, ЧАЕС)
Ознака науково-технічної автономії та престижу	Подвійне (цивільне/військове) призначення створює ризики для безпеки	Інтеграція в «зелений» енергетичний перехід	Антиядерні рухи, політична опозиція в суспільстві

Рекомендації

З огляду на трансформацію глобального безпекового середовища, технологічні зрушення та посилення уваги до екологічної сталості, політика ядерних держав у сфері атомної енергетики потребує цілісного оновлення, що враховуватиме як внутрішні виклики, так і міжнародні зобов'язання. У сучасних умовах ключовим завданням є поєднання технологічної інноваційності з прозорістю, енергетичної незалежності з глобальною відповідальністю, безпекових пріоритетів з довірою суспільства.

Першочергової уваги вимагає підвищення ефективності міжнародної системи верифікації та контролю. Механізми МАГАТЕ повинні бути не лише технічно досконалими, але й здатними оперативно реагувати на нові загрози — зокрема пов'язані з появою малих модульних реакторів, розосереджених виробництвом чи нестабільними політичними режимами. Рекомендується переглянути дію застарілих протоколів, таких як Протокол про малі кількості, що вже не відповідає рівню технологічної складності сучасних ядерних об'єктів, а також закріпити зобов'язання щодо повної прозорості для всіх держав, незалежно від геополітичного статусу.

Окремим напрямом має стати підтримка інноваційних ядерних технологій – малих модульних реакторів та реакторів четвертого покоління. Ці системи здатні забезпечити не лише зменшення витрат, а й істотне зниження ризиків, пов'язаних з аварійністю, несанкціонованим втручанням або поширенням ядерних матеріалів. Проте для повноцінної інтеграції таких технологій у енергетичні стратегії необхідна державна підтримка, податкове стимулювання, інституційна адаптація регуляторних органів, а також міжнародна координація, зокрема в рамках форуму GIF та технічних програм МАГАТЕ.

Важливою є також ініціатива створення глобальної системи поводження з ядерними відходами. Управління радіоактивними матеріалами не може

залишатися виключно національною справою, особливо у випадках, коли йдеться про країни з обмеженим доступом до технологій чи ресурсів для створення сховищ. Пропонується заснування багатостороннього фонду для фінансування проектів глибокого захоронення, у якому брали б участь провідні держави-експортери ядерних технологій, фінансові інституції, а також представники громадянського суспільства.

Не менш актуальним є питання переосмислення комунікаційної стратегії в атомній енергетиці. Недовіра громадськості до ядерної інфраструктури, особливо після трагедій на ЧАЕС і Фукусімі, залишається глибоко вкоріненою. Рекомендується запровадити багаторівневу систему публічного інформування, у межах якої технічна інформація транслюється доступною мовою, а рішення щодо розвитку ядерних об'єктів ухвалюються за участі місцевих громад. Лише поєднання наукового підходу та етичної відповідальності може забезпечити довгострокову легітимність мирного атома.

На геополітичному рівні актуальним є зміцнення балансу між правом на розвиток мирної ядерної енергетики та обов'язком гарантувати нерозповсюдження. Всі міжнародні угоди у сфері ядерного експорту мають супроводжуватись жорсткими юридичними вимогами — зокрема щодо повернення відпрацьованого палива, відмови від збагачення урану без потреби, підписання додаткових протоколів до ДНЯЗ. Такий підхід дозволить зберегти технологічний обмін, не послаблюючи архітектуру глобальної безпеки.

Останнім, але не менш важливим завданням є інтеграція атомної енергетики до національних та міжнародних кліматичних стратегій. У контексті боротьби зі зміною клімату, атом має розглядатися не як альтернативна технологія, а як частина системного рішення. Його потенціал у скороченні викидів, стабільності базового навантаження та енергетичній диверсифікації вимагає перегляду політики фінансування — зокрема, допуску АЕС до зелених інвестиційних проєктів і участі в схемах торгівлі викидами. Така політика

дозволить перетворити атомну енергетику на повноцінного учасника глобального «зеленого переходу», не відкидаючи вимог безпеки та етичної відповідальності.

ВИСНОВКИ

Ядерна енергетика почала активно розвиватися після Другої світової війни. Спочатку всі технології створювались для військових цілей, але згодом країни почали будувати ядерні електростанції для виробництва електроенергії. Історія показує, що атом став одночасно джерелом і загроз, і прогресу, і небезпеки.

Ядерна енергетика відіграє важливу роль у внутрішній політиці, вона допомагає забезпечити енергетичну незалежність. У зовнішній політиці - це інструмент впливу: країни, що експортують ядерні технології, зміцнюють свої зв'язки з партнерами та посилюють політичні позиції.

США намагаються поєднувати розвиток мирної ядерної енергетики з контролем за нерозповсюдженням зброї. Вони підтримують нові технології, просувають власні стандарти й укладають спеціальні угоди з іншими країнами, щоб зменшити ризики використання ядерних матеріалів у військових цілях.

росія активно експортує ядерні технології і використовує їх для посилення політичного впливу. Через державну корпорацію «росатом» вона не лише будує АЕС, але й контролює паливо, обслуговування і персонал, що створює залежність країн-партнерів. Також росія використовує ядерну сферу для шантажу під час війни, як це видно на прикладі ЗАЕС.

Індія розвиває ядерну енергетику, хоча не є учасницею ДНЯЗ. Вона намагається збалансувати свою військову і цивільну програму. У той час як КНДР фактично використовує ядерну програму для тиску та як гарантію безпеки режиму, не маючи при цьому справжньої мирної ядерної енергетики.

МАГАТЕ контролює, щоб ядерні матеріали використовувались тільки в мирних цілях. Вони проводять інспекції, допомагають країнам розвивати безпечну енергетику, реагують на надзвичайні ситуації. Але організація має обмежені повноваження, особливо у воєнних умовах.

У сучасному світі важливо співпрацювати у сфері ядерної енергетики, щоб забезпечити безпеку та доступ до нових технологій. Країни обмінюються досвідом, допомагають один одному будувати АЕС і впроваджувати стандарти безпеки. Це також спосіб підтримати менш розвинені держави.

Запорізька АЕС стала першим в історії прикладом ядерної станції, яку захопили під час війни. Це створило серйозні ризики для безпеки не лише України, а й усього світу. Цей випадок показав, що навіть ядерні об'єкти можуть бути використані як інструмент війни.

Ядерна енергетика – дуже чутлива тема. Через страхи та недостатню інформацію часто поширюються фейки або перебільшення. Це викликає паніку і впливає на політичні рішення. Антиядерні рухи у багатьох країнах також мають сильний вплив, особливо після великих аварій.

Найбільша екологічна проблема атомної енергетики — це відпрацьоване ядерне паливо. Воно залишається небезпечним тисячі років, і більшість країн не мають постійних сховищ. Також важливо захищати ядерні об'єкти від атак, диверсій чи кібератак, що стає все більш актуальним у сучасному світі.

Ядерна енергетика допомагає зменшити викиди парникових газів і може стати частиною боротьби зі зміною клімату. Але для цього потрібно розв'язати проблеми безпеки, екології і довіри людей. У деяких країнах, як-от Франція, ядерна енергетика є ключовим елементом кліматичної стратегії.

Список використаних джерел

1. What is Nuclear Energy ? The Science of Nuclear Power. IAEA. URL: <https://cutt.ly/3rndC42y> (дата звернення: 26.04.2025).
2. The History of Nuclear Energy. U.S. Department of Energy Office of Nuclear Energy, Science and Technology Washington, D.C. 20585. 27 с. URL: <https://www.energy.gov/ne/articles/history-nuclear-energy>
3. Енріко Фермі. *Видатні особи*. URL: http://novopetrivske-osoba.edukit.mk.ua/vidatni_fiziki/enriko_fermi/ (дата звернення: 26.04.2025).
4. У цей день 1951 року перший у світі атомний реактор-розмножувач успішно згенерував електричну енергію. *Мальва TV*. URL: <https://cutt.ly/frndSFlz> (дата звернення: 26.04.2025).
5. День першої АЕС Британії. *ENERGY dilova mova. com* URL: <http://energy.dilovamova.com/index.php?page=6&edh=62&year=2012> (дата звернення: 26.04.2025).
6. Скільки у світі ядерних реакторів та скільки років вони працюють. *Слово і Діло*. URL: <https://cutt.ly/Hrnd2UVI> (дата звернення: 26.04.2025).
7. Енергоатом розгортає технології малих модульних реакторів в Українію. *Енергоатом*. URL: <https://cutt.ly/2rnd2ZSN> (дата звернення: 26.04.2025).
8. Нова епоха атомної енергії. *Die Welt*. URL: <https://tyzhden.ua/die-welt-nova-erokha-atomnoi-enerhii/> (дата звернення: 26.04.2025).
9. У Китаї ввели в експлуатацію реактор HTR-PM – перший у світі у новому поколінні *SUNDRIES* URL: <https://cutt.ly/IrngPRJm> (дата звернення: 26.04.2025).
10. Потужність ядерної енергетики у країнах світу. *Слово і Діло*. URL: <https://cutt.ly/DrngPaL4> (дата звернення: 26.04.2025).
11. Не лише Україна. Хто ще в Європі робить ставку на атомну енергетику. *РБК-Україна*. URL: <https://cutt.ly/erngPHVP> (дата звернення: 26.04.2025).
12. 123 Agreements, Intergovernmental Agreements, and NCMOUs. U.S. Department of State. URL: <https://www.state.gov/civil-nuclear-energy-initiatives>

13. China Provides Nuclear Reactors to Pakistan. *Carnegie Endowment For International Peace*. URL: <https://cutt.ly/trngDPAa> (дата звернення: 26.04.2025).
14. Що таке «нерозповсюдження»? *Uatom*. URL: <https://www.uatom.org/rezhym-nerozpovsyudzhennya> (дата звернення: 26.04.2025).
15. Waltz K. N. *Theory of International Politics*. Reading, MA: Addison-Wesley. 241 с. URL: <https://cutt.ly/ZrngFn8C>
16. Keohane R. O. & Nye J. S. *Power and Interdependence: World Politics in Transition*. Boston: Little, Brown. 326 с. URL: <https://cutt.ly/arngJThI>
17. Wendt A. *Social Theory of International Politics*. Cambridge: Cambridge University Press. 420 с. URL: <https://www.guillaumenicaise.com/wp-content/uploads/2013/10/Wendt-Social-Theory-of-International-Politics.pdf>
18. Galtung, J. "A Structural Theory of Imperialism." *Journal of Peace Research*, 8(2), 81–117. URL: <http://bev.berkeley.edu/ipe/readings/Galtung.pdf>
19. Buzan B., Wæver O. & de Wilde J. *Security: A New Framework for Analysis*. Boulder, CO: Lynne Rienner Publishers. 239 с. URL: <https://books.google.co.uk/books?id=j4BGr-Elsp8C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
20. Rhodes R. *The Making of the Atomic Bomb*. Simon & Schuster, 1986. 900 с. URL: https://archive.org/details/makingofatomicbo0000rhod_e9c8
21. Eisenhower D. *Atoms for Peace*. Speech to the UN General Assembly. URL: <https://ahf.nuclearmuseum.org/ahf/key-documents/eisenhowers-atoms-peace-speech/>
22. Congressional Research Service (CRS). *U.S. Strategic Nuclear Forces: Background, Developments, and Issues*, updated 2021. URL: <https://sgp.fas.org/crs/nuke/RL33640.pdf>
23. *Safeguards and Verification*, 2020. *IAEA*. URL: <https://www.iaea.org/bulletin/the-npt-and-iaea-safeguards> (дата звернення: 05.05.2025).

24. Boris Martor French nuclear energy policies. *Bird and Bird*. URL: <https://www.twobirds.com/en/insights/2024/france/french-nuclear-energy-policies> (дата звернення: 05.05.2025).
25. France leads nuclear push at COP28. *Power Technology*. URL: <https://www.power-technology.com/news/france-lead-nuclear-talks-at-cop-28> (дата звернення: 05.05.2025).
26. IAEA France 2024. *IAEA*. URL: <https://cnpp.iaea.org/public/countries/FR/profile/preview> (дата звернення: 05.05.2025).
27. UK Government. *Civil Nuclear Roadmap to 2050*. *GOV.UK*. URL: <https://cutt.ly/vrngC9bN> (дата звернення: 05.05.2025).
28. National Policy Statement for nuclear energy generation (EN-7): new consultation, and response to earlier consultation. *GOV.UK*. URL: <https://cutt.ly/frngVs7k> (дата звернення: 05.05.2025).
29. What Are Small Modular Reactors, and Why Does the UK Want to Build Them? *The Guardian*. URL: <https://cutt.ly/arngVY6v> (дата звернення: 05.05.2025).
30. Powering the Future: the UK's Nuclear Revolution. *The National Law Review*. URL: <https://natlawreview.com/article/powering-future-uks-nuclear-revolution>
31. Федорчак В.О. Ядерне співробітництво Великобританії та Франції в контексті спільної політики безпеки та оборони ЄС. *ПРОБЛЕМИ МІЖНАРОДНИХ ВІДНОСИН*. Київ 2017. URL: <https://vmv.kymu.edu.ua/series/vmv/vipusk8/11.pdf>
32. US-China Nuclear Strategy Balance. *Indo-Pacific Studies Center*. URL: <https://www.indo-pacificstudiescenter.org/briefs/us-china-nuclear-strategy-balance> (дата звернення: 05.05.2025).
33. LOLITA C. B. US says China's nuclear buildup is accelerating. *AP News*. URL: <https://apnews.com/article/9c1f0e145a250f2b8bd7f6f3dd4b7083> (дата звернення: 05.05.2025).

34. Inside China's Massive Nuclear Expansion. *Nuclear Business Platform*. URL: <https://cutt.ly/8rng8XjQ> (дата звернення: 05.05.2025).
35. China signs deal to build \$8bn Atucha III nuclear power plant in Argentina. *NS Energy*. URL: <https://www.nsenergybusiness.com/contracts/china-signs-deal-to-build-8bn-atucha-iii-nuclear-power-plant-in-argentina/> (дата звернення: 07.05.2025).
36. China will have over 100 nuclear reactors. PLA study warns some could be hit in wartime. *South China Morning Post*. URL: <https://cutt.ly/Frng6T38> (дата звернення: 07.05.2025).
37. *Russia's nuclear energy exports: Status, prospects and implications*. Stockholm International Peace Research Institute. SIPRI. URL: https://www.sipri.org/sites/default/files/2019-02/eunpdc_no_61_final.pdf
38. *Why Russia's nuclear energy company Rosatom has avoided sanctions*. *OpenDemocracy*. URL: <https://www.opendemocracy.net/en/odr/russia-ukraine-eu-nuclear-energy-zaporizhzhia-rosatom-sanctions/> (дата звернення: 09.05.2025).
39. Exploring Rosatom's role in global nuclear energy market and political influence. *United24Media*. URL: <https://united24media.com/war-in-ukraine/russian-nuclear-energy-makes-18-billion-a-year-and-still-isnt-sanctioned-5603> (дата звернення: 09.05.2025).
40. *Nuclear Power in Pakistan*. *World Nuclear Association*. URL: <https://world-nuclear.org/Information-Library/Country-Profiles/Countries-O-S/Pakistan> (дата звернення: 09.05.2025).
41. India plans to ease nuclear liability laws to attract foreign firms, sources say. *Reuters*. URL: <https://www.reuters.com/world/india/india-plans-ease-nuclear-liability-laws-attract-foreign-firms-sources-say-2025-04-18/> (дата звернення: 09.05.2025).
42. Північнокорейський парламент ухвалив закон, який дозволяє превентивне використання ядерної зброї для оборони від зовнішнього нападу. *ZBRUC*. URL: <https://zbruc.eu/node/113077>

43. A. B. Abrams. Surviving the Unipolar Era: North Korea's 35-Year Standoff. *VT Foreign Policy*. URL: <https://vtforeignpolicy.com/2024/10/surviving-the-unipolar-era-north-koreas-35-year-standoff/> (дата звернення: 09.05.2025).
44. The Potential for Russia to Supercharge North Korea's Nuclear and Missile Program. *Heritage Foundation*. URL: <https://www.heritage.org/defense/report/the-potential-russia-supercharge-north-koreas-nuclear-and-missile-program> (дата звернення: 09.05.2025).
45. Safeguards Implementation. *IAEA*. URL: <https://www.iaea.org/topics/safeguards-implementation> (дата звернення: 09.05.2025).
46. IAEA Director General Steps Up Efforts to Strengthen Safeguards Implementation. *IAEA*. URL: <https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/iaea-director-general-steps-up-efforts-to-strengthen-safeguards-implementation> (дата звернення: 12.05.2025).
47. Climate Change 2023: Synthesis Report. *IPCC*. URL: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/> (дата звернення: 12.05.2025).
48. Nuclear Power and Secure Energy Transitions. *IEA*. URL: <https://www.iea.org/reports/nuclear-power-and-secure-energy-transitions> (дата звернення: 12.05.2025).
49. World Nuclear Performance Report. *WNA*. URL: <https://www.world-nuclear.org> (дата звернення: 12.05.2025).
50. EU Taxonomy: Complementary Climate Delegated Act. European Commission. URL: https://ec.europa.eu/info/publications/220202-sustainable-finance-taxonomy-complementary-climate-delegated-act_en (дата звернення: 12.05.2025).
51. Role of Nuclear in Deep Decarbonization. *Nature Energy*. URL: <https://www.nature.com/articles/s41560-021-00854-9> (дата звернення: 12.05.2025).

52. Nuclear Safety Review 2022. 67 с. IAEA. URL: <https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc66-inf3.pdf> (дата звернення: 12.05.2025).
53. NTI Nuclear Security Index. 208 с. NTI. URL: https://www.ntiindex.org/wp-content/uploads/2023/07/2023_NTI-Index_Report.pdf (дата звернення: 15.05.2025).
54. Radioactive Waste Management and Repository Science. 85 с. OECD-NEA. URL: <https://cutt.ly/Wrnhh2mJ> (дата звернення: 15.05.2025).
55. Final Disposal Facility for Spent Nuclear Fuel. Posiva Oy. URL: <https://www.posiva.fi/en/index/finaldisposal.html> (дата звернення: 15.05.2025).
56. International Cooperation Key to Strengthening Nuclear Security. IAEA. URL: <https://www.iaea.org/newscenter/news/international-cooperation-key-to-strengthening-nuclear-security> (дата звернення: 15.05.2025).
57. Nuclear Safety. European Commision. URL: <https://cutt.ly/NrnhzB6w> (дата звернення: 15.05.2025).
58. India may allow up to 49% foreign direct investment in nuclear energy in phases. *The Economic Times*. URL: <https://cutt.ly/rnrhlouC> (дата звернення: 15.05.2025).
59. Bipartisan group of US lawmakers introduce bill to boost nuclear power. *Reuters*. URL: <https://cutt.ly/arnhxxCE> (дата звернення: 15.05.2025).
60. Лесь І. О. Еволюція Законодавства Щодо Використання Ядерної Енергії в Мирних Цілях. Науковий вісник Ужгородського Національного Університету, 2023. 335-341 с. URL: <https://cutt.ly/3rnhxOI>
61. Liu Zhan, Yang Bo, Tian Lin, Zhang Fan Development and outlook of advanced nuclear energy technology. *Energy Strategy Reviews*. 1-4 с. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211467X2100016X>.
62. Коробкова О. А., Зміни В Енергетичній Політиці України Як Результат Кліматично Зумовленої Трансформації Енергетичної Політики ЄС, Сучасна українська держава: вектори розвитку та шляхи мобілізації ресурсів : матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Одеса, 30 квітня 2024

- року. Одеса : ДЗ «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського», Центр соціально-політичних досліджень «Politicus», 2024. 300 с. 140-141 с. URL: <http://dspace.pdpu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/19660/1/Korobkova.pdf>,
63. Мельник Т., Режим Нерозповсюдження Ядерної Зброїта Контролю Над Озброєннями, Як Надсистема Й Гарант Стабільності Євроатлантичної Системи. 136-155 с. URL: <https://www.relint.vnu.edu.ua/index.php/relint/article/view/160/141>
64. Мироненко В., Особливості Світової Політикищодо Ракетно-Ядерних Озброєнь. 225-235 с. URL: <https://relint.vnu.edu.ua/index.php/relint/article/view/215/217>
65. Чорнобиль і фукусіма дві величезні ядерні катастрофи що в них спільного в чому різниця. *Homester*. URL: <https://homester.com.ua/chornobyl-i-fukusima-dvi-velychezni-yaderni-katastrofy-shho-v-nyh-spilnogo-v-chomu-riznyczya/>
66. Чорнобильська катастрофа: Міжнародний день пам'яті, події, факти. *vilnohirsk.in.ua*. URL: <https://vilnohirsk.in.ua/chornobylska-katastrofa/> (дата звернення: 25.05.2025).
67. Схоже на Fallout: як виглядає Фукусіма після ядерної аварії (фото, відео). *Фокус*. URL: <https://focus.ua/uk/worldfun/644646-shozhe-na-fallout-yak-viglydaye-fukusima-pislya-yadernoji-avariji-foto-video> (дата звернення: 25.05.2025).
68. Україна – МАГАТЕ. *Постійне представництво України при міжнародних організаціях у Відні*. URL: <https://vienna.mfa.gov.ua/ustanovi-oon-u-vidni/2717-ukraine-iaea> (дата звернення: 27.05.2025).
69. EDF EPR1200 Designed for Safety, Built for Performance. URL: https://czech-republic.edf.com/sites/czech_republic/files/2024-03/EPR1200%20brochure_0.pdf
70. ЗАЕС знову під загрозою блекауту через Росію. *УНІАН*. URL: <https://cutt.ly/frmR4q4Q> (дата звернення: 27.05.2025).

71. Hualong One Reactor Now Operating in China. *POWER*. URL: <https://www.powermag.com/hualong-one-reactor-now-operating-in-china/> (дата звернення: 27.05.2025).