

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

**Шевцов Денис Сергійович**

УДК 351.303.4

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**Обґрунтування пріоритетів в забезпеченні  
електроенергетичної безпеки України в умовах воєнного  
стану**

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.  
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на  
відповідне джерело

\_\_\_\_\_ Шевцов Д.С.

Керівник роботи  
Соколовський Олег Феліксович  
к.т.н. доцент

Житомир – 2023

## АНОТАЦІЯ

Шевцов Д.С. Обґрунтування пріоритетів в забезпеченні електроенергетичної безпеки України в умовах воєнного стану. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

Метою дослідження є обґрунтування пріоритетів в забезпеченні електроенергетичної безпеки України в умовах воєнного стану. Практичне значення отриманих результатів полягає в оцінці впливу війни на динаміку та структуру виробництва електроенергії та визначенні загроз та шляхів їх подолання в електроенергетичному секторі України.

**Ключові слова:** електроенергетика, електроенергія, виробництво, електроенергетична безпека, вплив війни, цифровізація.

## ABSTRACT

Shevtsov D. Justification of priorities in ensuring the electric power security of Ukraine in the conditions of martial law. Qualification work for obtaining a master's degree in specialty 141 - Electric power, electrical engineering and electromechanics - Polissya National University, Zhytomyr, 2023.

The purpose of the study is to justify the priorities in ensuring the electrical energy security of Ukraine in the conditions of martial law. The practical significance of the obtained results lies in the assessment of the impact of the war on the dynamics and structure of electricity production and the identification of threats and ways to overcome them in the electricity sector of Ukraine.

**Key words:** electric power industry, electric power, production, electric power security, impact of war, digitalization.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ БЕЗПЕКИ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ .....	7
1.1. Енергетична безпека, як гарантія енергопостачання .....	7
1.2. Основні загрози функціонування електроенергетичної галузі України .....	11
Висновки до розділу 1 .....	15
РОЗДІЛ 2. СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ .....	16
2.1. Аналіз показників динаміки виробництва електроенергії в Україні .....	16
2.2. Вплив війни на електроенергетичну безпеку України .....	22
Висновки до розділу 2 .....	24
РОЗДІЛ 3. ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ.....	26
3.1. Обґрунтування пріоритетів в забезпеченні електроенергетичної безпеки України в умовах війни та повоєнний період .....	26
3.2. Зарубіжний досвід розвитку електроенергетики: можливості для України .....	31
Висновки до розділу 3 .....	36
ВИСНОВКИ.....	37
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	39

## ВСТУП

**Актуальність теми та аналіз останніх досліджень.** Енергетика є сервісною службою, яка забезпечує розвиток економіки та добробут громадян. Десятиліттями економіка України розвивалася завдяки власному та імпортованому викопному паливу – в тому числі з росії. Кризи поставок і політична напруженість щодо сировини дали управлінцям, які приймають рішення, інформацію для роздумів, але спокуса використовувати дешеву сировину була надто великою. Альтернативи хоч і були, але вони були або занадто дорогими, щоб запропонувати споживачам. Ми різними способами пояснювали собі, що такий підхід правильний, не звертаючи на те, що загроза з боку росії поступово зростала. Ігнорування Україною впливу сусідньої країни на енергетичний потенціал країни, призвела до самих важких наслідків для економіки України вже після початку російсько-української війни. Не можливо недооцінити результати масованих атак російських сил на українську енергосистему. Саме тому є актуальним дослідження стратегічний дій подолання наслідків руйнування електроенергетичного комплексу під час війни.

Значний внесок в у вивчення енергобезпеки зробили: Бедик О. В. [1], Галущенко Г. [2], Губарева І. О. та Салашенко Т. І. [3], Денисюк М. [4], Кондратюк В.А. та Верінов О.М. [6], Маліновська О.Я. та Височанська М.Я. [10], Манжул І. В. [11], Матійчук Л. П. [12], Павлова О. М. та Матійчук Л. П., [13], Щуров І. В. [16], Яковюк І. В. та Цвеліх М. П. [17] та інші науковці. Попри значну проблем безпеки в електроенергетиці існує необхідність подальших досліджень у зв'язку з воєнними діями в Україні.

**Мета та завдання дослідження.** Метою дослідження є обґрунтування пріоритетів в забезпеченні електроенергетичної безпеки України в умовах воєнного стану.

Досягнення поставленої вимагає виконати наступних завдань:

- розглянути поняття енергетичної безпеки;

- визначити основні загрози функціонування електроенергетичної галузі України;
- проаналізувати показники динаміки виробництва електроенергії в Україні;
- розкрити вплив війни на електроенергетичну безпеку України;
- обґрунтувати пріоритети в забезпеченні електроенергетичної безпеки України в умовах війни та повоєнний період;
- визначити можливості використання зарубіжного досвіду розвитку електроенергетики для України.

**Об’єкт і предмет дослідження.** Об’єктом дослідження є електроенергетична безпека у сфері енергетики України. Предметом дослідження є загрози і шляхи їх подолання в електроенергетичному секторі в умовах війни та післявоєнний час.

**Методи дослідження.** У процесі виконання роботи використано: з метою розкриття сутності безпеки в енергетичному секторі та формулювання висновків використано метод наукової абстракції та узагальнень; для розкриття загальних загроз безпеці електроенергетики використано методи індукції та дедукції; методи економічного аналізу і статистики застосовано для аналізу динаміки і структури виробництва електроенергії, для оформлення результатів дослідження використано табличний і графічний методи.

**Інформаційна база дослідження.** Для написання роботи використано електронні та друковані видання, матеріали мережі Інтернет, розпорядження КМУ «Про схвалення Стратегії енергетичної безпеки», проект Енергетичної стратегія України на період до 2050 року, Інформаційно-аналітичні випуски НТСЕУ про стан та перспективи паливно-енергетичного комплексу України тощо.

**Практичне значення отриманих результатів** полягає в оцінці впливу війни на динаміку та структуру виробництва електроенергії та

визначенні загроз та шляхів їх подолання в електроенергетичному секторі України.

**Перелік публікацій автора за темою дослідження.** Доповіді автора за основними положеннями кваліфікаційної роботи є такими:

1. Аналіз виробництва електроенергії в Україні за 2016-2022 роки. Матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи». Поліський національний університет (15-17 листопада 2023 р.);

2. Електроенергетичний сектор України: сучасні виклики. Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики «Студентські читання–2023». Поліський національний університет (25 жовтня 2023 р.);

3. Енергетична стратегія 2040: що чекає на енергетичну галузь Польщі. Збірник праць учасників Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Інженерні процеси та системи» Поліський національний університет (14-15 червня 2023 р.);

**Структура та обсяг кваліфікаційної роботи.** Основний текст роботи викладено на 40 сторінках комп'ютерного тексту. Ілюстративний матеріал представлено у вигляді 7 таблиць та 6 рисунків. Структурно робота включає вступ, три розділи, висновки, список використаних джерел (19 найменувань).

## РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ БЕЗПЕКИ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ

### 1.1. Енергетична безпека, як гарантія енергопостачання

Енергетична безпека, як гарантія енергопостачання, зазвичай визначається стійкістю енергетичної системи до виняткових і непередбачуваних подій, які можуть загрожувати фізичній цілісності енергетичних потоків або призвести до нестримного зростання цін на енергію, незалежно від економічних причин. Таким чином, це частина системи національної безпеки, тому що надійний і постійний доступ до джерел енергії за ціною, яку може нести суспільство, є важливим елементом кожної сучасної економіки. У більш загальному плані енергетична безпека – це такий стан економіки, який забезпечує технічно та економічно обґрунтоване покриття поточного та майбутнього попиту на паливо та енергію з мінімальним негативним впливом енергетичного сектору на довкілля та умови життя суспільства [17, с. 171].

Світовий попит на енергію постійно зростає, а гарантії її постійного постачання набувають особливого значення в економіках, що стрімко розвиваються. Щоб забезпечити збереження поточного рівня виробництва та створити умови для подальшого економічного зростання, енергія має бути легкодоступною та дешевою, а система енергопостачання має бути стійкою до коротко- та довготермінових збоїв. Відключення електроенергії може призвести до значних фінансових втрат і викликати хаос в економічних центрах. Вони також можуть завдати потенційної шкоди здоров'ю та багатству суспільства [18].

Прогнозоване збільшення попиту на енергію означає, що вона повинна постачатися з багатьох джерел, зараз і в найближчому майбутньому. Диверсифікований енергетичний баланс забезпечує безпеку енергетичної системи через її гнучкість у задоволенні потреб певної країни [16, с. 34].

Безпека енергопостачання залежить від багатьох факторів, включаючи деякі з найважливіших, таких як: різноманітність (диверсифікація) генераційних можливостей, ціни, необхідний рівень інвестицій, транспортування, концентрація постачальників, наявність інфраструктури та експертних знань, мережа з'єднань енергетичних систем. взаємозамінність видів палива, політичні загрози, воєнні загрози (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

### Фактори безпеки енергопостачання

№ п.п	Фактор	Характеристика фактору
1	2	3
1	Різнманітність (диверсифікація) генераційних можливостей	стійкі та добре збалансовані системи виробництва енергії, включаючи різні технології виробництва електроенергії з відповідними генераційними потужностями, дозволяють максимально використовувати всі переваги даної технології. Вони також дозволяють залишатися цінам на прийнятному рівні та забезпечують безперебійність енергопостачання споживачів.
2	Ціни	постачання більш дешевої (на прийнятному рівні) енергії споживачу є похідною від витрат на її виробництво, передачу та розподіл. Порушення роботи мереж постачання може негативно вплинути на рівень цін і створити економічні труднощі для країн, які піддаються надмірній залежності від одного джерела постачання. Постійне зростання та короткострокові стрибки цін на нафту, газ та електроенергію можуть спровокувати інфляцію та рецесію.
3	Необхідний рівень інвестицій	значні інвестиції (виробництво, передача) необхідні для задоволення очікуваного збільшення попиту на енергію. Доцільність здійснення таких інвестицій, яка є особливо проблематичною в багатьох країнах, що розвиваються, буде суттєвим чинником впливу на енергетичну безпеку в найближчі роки
4	Транспортування	Енергія має бути доступною за запитом, тому легкість і безпека транспортування палива й електроенергії є ключовим фактором забезпечення енергетичної безпеки.
5	Концентрація постачальників	залежність від обмеженої кількості постачальників імпортного палива може посилити загрозу та збільшити ризики ворожого впливу паливного ринку. Якщо постачальники надходять із політично нестабільних країн, також може зростати ризик збоїв у постачанні.
6	Наявність інфраструктури та експертних знань	для створення різноманітного енергетичного балансу країни повинні мати доступ до різноманітних джерел енергії. Це вимагає наявності необхідних знань та інфраструктури в області різних виробничих технологій і систем передачі та розподілу, таких як: трубопроводи, порти, енергетичні з'єднання (міжконектори) і лінії електропередачі



## Продовження таблиці 1.1

1	2	3
7	Мережа з'єднань енергетичних систем	з'єднувальні з'єднання енергетичних систем, особливо електроенергії, також необхідно враховувати в аналізі енергетичних ризиків. Обмежені зв'язки та вузький ринок постачальників підвищують ризик перебоїв з енергопостачанням, зменшуючи можливі варіанти задоволення енергетичних потреб.
	Взаємозамінність видів палива	різноманітність споживання палива може бути важливим фактором підвищення енергетичної безпеки. Трансформація (перетворення) таких видів палива, як вугілля на газ, газ на рідке паливо та газифікація вугілля, полегшує задоволення потреб навіть у випадках, коли постачання традиційного палива може бути порушено
	Політичні загрози	система енергопостачання може зазнавати збоїв і дезорганізації, викликаних різними і часто суперечливими політичними інтересами держав або терористичними атаками.
	Політичні загрози	система енергопостачання може зазнавати збоїв і дезорганізації, викликаних руйнуванням енергооб'єктів як наслідок обстрілів чи ракетних ударів, захопленням енергооб'єктів військовими противниками

Джерело: адаптовано [2, 4, 9, 12, 16, 17, 19].

Енергетична безпека країни визначається багатьма різними факторами. Розглянуті умови суттєво впливають не лише на рівень енергетичної безпеки, а й на характер енергетичної політики держави.

Яковюк І. В. та Цвеліх М. П. розглядають енергетичну безпеку з аспектів короткостроковості та одовгостроковості:

– довгострокова безпека в основному стосується наявності первинних енергетичних ресурсів і здійснення відповідних інвестицій у потрібний час і заздалегідь для задоволення зростаючого попиту на енергію разом з економічним розвитком і відповідно до політики захисту навколишнього середовища.

– короткострокова безпека зосереджується на протидії збоям у постачанні первинної енергії та здатності енергетичної системи реагувати на раптові зміни балансу між попитом і пропозицією [17].

Енергетична безпека також має зовнішній (геополітичний) і внутрішній вимір:

– геополітика та доступ до первинного палива: безпека та адекватність міжнародної інфраструктури; непередбачуване виснаження ресурсів; стійкість до змін кліматичної політики.

– внутрішній розмір враховує такі фактори: здатність виробляти енергію; національна енерготранспортна інфраструктура; адекватність енергетичного ринку та можливості його регулювання; цінова стабільність; експлуатаційна надійність джерел генерації [17].

Геополітичні загрози зазвичай стосуються первинних енергоносіїв (нафти, газу, вугілля, урану або відновлюваних джерел), оскільки їх розподіл залежить від мінливості та примх геології та клімату. Тому виробництво та споживання енергії часто фізично розділені та відбуваються в країнах та регіонах з різною історією, культурою та системами цінностей. За винятком розвідки та видобутку, інші ланки ланцюга постачання енергії, такі як очищення або збагачення, перетворення та розподіл, можуть і повинні фізично розташовуватися ближче до кінцевого споживача або перебувати безпосередньо під його контролем. Зовнішні загрози постачанню енергоносіїв є функцією відносин між країнами-виробниками та країнами-споживачами, які несуть взаємну відповідальність за ризик перебоїв у постачанні. Ці співвідношення часто дуже важко передбачити, особливо тому, що найбільш легкодоступні родовища вуглеводнів розташовані в потенційно нестабільних регіонах. Найкращою стратегією мінімізації такої загрози є диверсифікація джерел і транспортних маршрутів постачання енергії. Питання самозабезпечення є особливо важливим у випадку ринку електроенергії, оскільки через високі витрати на зберігання її можна економічно ефективно транспортувати на відносно короткі відстані [13].

Отже, енергетична безпека є одним із основних елементів, які визначають здатність забезпечити безпеку кожної країни та можливість сталого та безперешкодного розвитку. У третьому десятилітті 21 століття його значення стає ще більш важливим, оскільки зростає попит на енергію, енергетичну сировину та паливо. Енергетика стала однією з головних тем

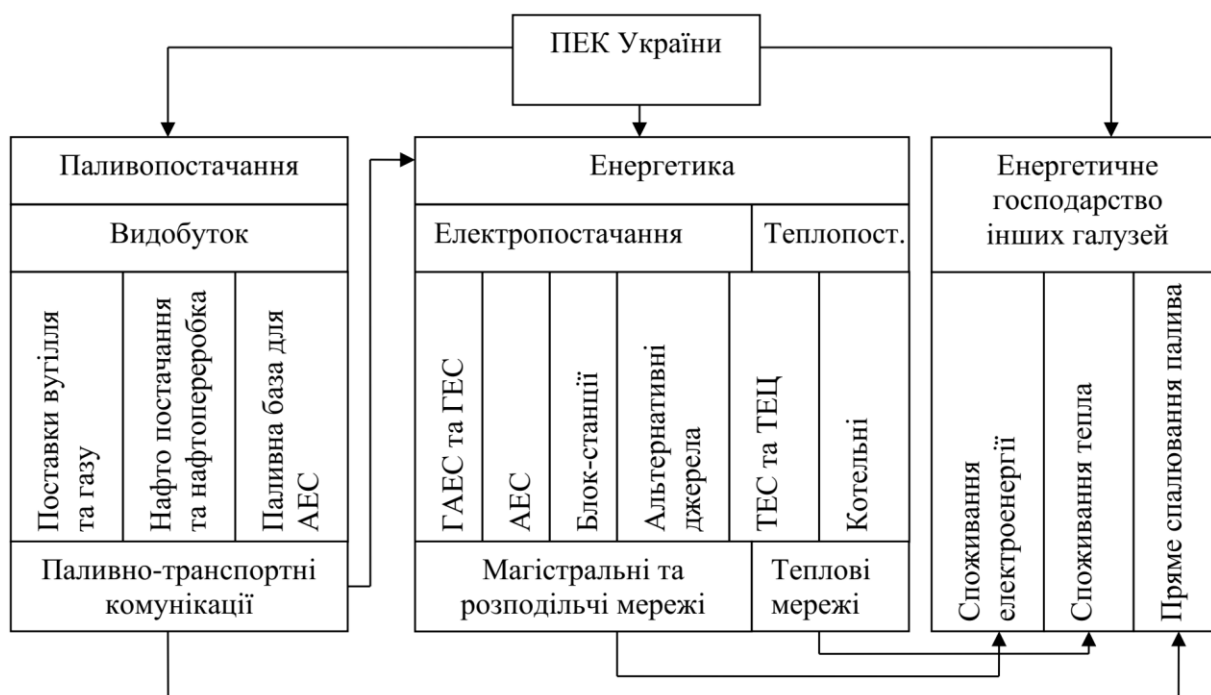
політичної стратегічної рефлексії, і в цьому контексті енергетична безпека стає синонімом національної безпеки та економічної безпеки.

## **1.2. Основні загрози функціонування електроенергетичної галузі України**

З часів перших експериментів з електрикою у 18 столітті вона стає все більш важливим фактором у всіх сферах нашого життя. Саме завдяки електриці наприкінці XVIII — на початку XIX століття відбувся промисловий переворот, тобто проривний перехід від фабричного виробництва до індустріального, заміна ручного виробництва продукту машинним, запровадження автоматизації виробничих процесів, у багатьох випадках зведення ролі працівника до функції керівників впровадження процесу. Трансформація традиційного суспільства в індустріальне з роками відбулася через постійно зростаючий попит на електроенергію, що, у свою чергу, викликало потребу виробляти її все більше.

Електроенергетика в Україні є сектором економіки, який постійно змінюється. З початку періоду політичної трансформації його організація неодноразово змінювалася. З одного боку, необхідність забезпечення електроенергетичної безпеки країни змусила контролювати та регулювати діяльність суб'єктів, що працюють у галузі, з іншого боку, прагнення підвищити ефективність роботи цих підприємств призводить до маркетизації торгівлі електроенергією.

Електроенергетика є складною, але однією з головних галузей економіки України. Ця складність виникає серед інших з великої кількості джерел енергії та технологічно складні процес виробництва, передачі та розподілу електроенергії, взаємозв'язків з іншими елементами енергоінфраструктури (рис. 1.1).



**Рис. 1.1. Роль електроенергетики в ПЕК України**

Джерело: адаптовано [17]

Електроенергію в промислових масштабах в Україні дає атомна енергетика, теплові електростанції, гідроелектростанції, а також відновлювані джерела енергії. Найважливішими змінами, які зараз зазнає сектор електроенергетики, є руйнування інфраструктури пов'язане з війною, розвитку відновлюваних джерел енергії в результаті їхнього привілейованого становища на ринку та супутній розвиток розподіленої генерації, а також поступове погіршення безпеки електроенергії внаслідок старіння обладнання для генерації та передачі [11].

Основними загрозами функціонування електроенергетичної галузі України є:

- 1) руйнація електроенергетичного сектору, як наслідок воєнних дій;
- 2) низький рівень дієвості стимулів до переходу на енергозберігальні режими та технології, традиційна нестача інвестицій та обсягів капітальних вкладень;

3) недосконалість наявних механізмів ринкового ціноутворення, які використовують дотаційні інструменти, а також витратні підходи до тарифікації послуг;

4) нестабільність джерел фінансового забезпечення ринку енергетичних послуг, що негативно позначається на стабільності енергетичного балансу країни;

5) невирішеність пріоритетів і механізмів забезпечення балансів між соціальним захистом населення у частині ринкових тарифів на електричну і теплову. Енергію та ринковими підходами до регулювання галузі;

6) занепад і повільні темпи відновлення виробничої інфраструктури добувних галузей енергетичного комплексу;

7) значний негативний вплив галузей національного паливно-енергетичного комплексу на навколишнє середовище;

8) високий рівень енергомісикості національного виробництва та застаріла матеріально-технічна база галузі [13, с. 40-41].

Однією з проблем енергетики України є зношеність основних фондів виробництва, транспортування та розподілу електроенергії, що перевищує 65% (у тепловій енергетиці – 90%). Нестача технічно задіяних потужностей становить 5...10 ГВт. Втрати під час транспортування електроенергії становлять 15...20 %, що значно вище європейської норми (5...6 %). Атомна енергетика України забезпечує сьогодні понад 50% виробництва електроенергії. Сьогодні важливою проблемою атомної енергетики є науково-обґрунтоване продовження ще на 15...20 років безпечної роботи ядерних реакторів та розробка програми будівництва нових реакторів. Україна залежить від постачання ядерного палива з росії [11].

Загрозою для нинішнього електроенергетичного сектору, може становити блекаут. Короткочасні перебої в постачанні електроенергії спричиняють не лише значні матеріальні збитки (перерви в роботі підприємства, пошкодження внаслідок раптової втрати контролю над пристроями – наприклад, втрата даних), а й становлять загрозу національній

безпеці (наприклад, системи моніторингу). і навіть життя людини. Тим не менш, блекаут, тобто періодичне припинення електропостачання внаслідок аварії, є поширеним явищем в енергосистемах світу. Блекаут – це найбільш страшна подія для енергетиків. Вона настає, коли ні графік обмеження потужності, ні графік аварійних відключень не допомогли. При настанні блекауту споживачі від'єднуються від живлення. В такому випадку без світла можуть залишитися цілі міста або цілі області [15].

Останній масштабний блекаут (якщо не враховувати події жовтня 2022 року в Україні) стався в березні 2019 року у Венесуелі. Електроенергія була відсутня у усіх 23 штатах країни протягом тижня, що призвело до заворушень та дефіциту продуктів. Вражаюче відключення електроенергії відбулося в США та Канаді влітку 2003 року, коли понад 20 годин приблизно 60 мільйонів людей були без електрики, у тому числі: у Детройті, Клівленді, Торонто, Оттаві та Нью-Йорку. Тоді було вимкнено 100 електростанцій (у тому числі 22 атомні) загальною потужністю понад 60 ГВт[247]. Причиною стала погана організація трафіку в мережах електропередачі (невідповідність стандартам). Події подібного масштабу того ж року відбулися в Італії. Дерево, що впало в Швейцарії, пошкодило лінію електропередачі 380 кВ, яка є міжнародним з'єднанням з італійською системою. За принципом доміно наступні італійські міжнародні з'єднання почали від'єднуватися (через перевантаження), що зрештою призвело до відключення 6 ГВт пропускної спроможності. Ефект доміно тривав, залишивши без електроенергії всю Італію, крім Сардинії, понад 20 годин [15].

З початку 21-го століття в багатьох європейських країнах відбулися відключення електроенергії, які позбавили електроенергії сотні тисяч, а часто й мільйони людей, зокрема: у Португалії, Великобританії (Лондон), Швеції, Данії, Австрії, Франції, Німеччини, Бельгії, Нідерландів, Хорватії. З початком війна ця явище спіткало Україну/

Багато споживачів України відчули, що таке блекаут на собі. 10-11 жовтня 2022 року внаслідок тероризму росіян залишилися без електроенергії: агресори бити по критичних об'єктах електроенергетичної інфраструктури: по розподільчих пристроях, перемикачах та трансформаторах, щоб станції не могли з'єднатися з об'єднаною енергосистемою, пізніше загарбники переключилися на генерацію. Відомо що після атак 10-11 жовтня були пошкоджені 35-40% енергетичної інфраструктури України [15].

Попри виявлені наявні проблемні аспекти, та негативні воєнні дії, останніми роками Україна здобула значні результати у процесі реформування електроенергетичної галузі відповідно до вимог і стандартів ЄС.

### **Висновки до розділу 1**

Розвиток електроенергетики повинен стати надійною, дуже перспективною основою економіки України, неопосередковано сприяти розв'язанню соціально-економічних проблем нашої країни та забезпечити невідпинне зростання експортного електроенергетичного потенціалу України.

Основа електроенергетики України закладена в об'єднаній енергетичній системі країни (ОЕСУ), яка в своїй діяльності забезпечує електроенергією всіх внутрішніх споживачів (процес є централізованим), а також за потреби здійснює її експорт та імпорт (процес взаємодії з енергосистемами наступних країн-сусідів).

Встановлено, що основною метою існуючої стратегії забезпечення розвитку української електроенергетики задекларовано відносини виробник-споживач з мінімальною кількістю посередників, прості для інвестора і не обтяжливі для державних та приватних електроенергетичних компаній, а також інноваційний напрямок технологічної модернізації інфраструктури електроенергетики.

## РОЗДІЛ 2. СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ

### 2.1. Аналіз показників динаміки виробництва електроенергії в Україні

Електроенергетика України останнім часом стикнулася з безпрецедентними викликами. Війна на пряму впливає не лише на розвиток електроенергетики, але і на життєздатність нашої країни. Тому дослідження динамічних і структурних змін в галузі виробництва електроенергії є актуальними та мають важливе практичне значення.

Динаміка виробництва електроенергії в Україні за 2016-2022 роки показана в таблиці 2.1.

*Таблиця 2.1*

#### Розрахунок показників динаміки виробництва електроенергії в Україні за 2016-2022 роки, млн. МВт г.

Роки	Вироблено, млн. МВт г.	Абсолютна зміна, млн. МВт г.		Темп зростання		Темп приросту, %	
		базисн.	ланц.	базисн.	ланц.	базисн.	ланц.
2016	154,8	-	-	-	-	-	-
2017	155,4	0,6	0,6	1,004	1,004	0,4	0,4
2018	159,4	4,6	4,0	1,030	1,026	3,0	2,6
2019	154,0	-0,8	-5,4	0,995	0,966	-0,5	-3,4
2020	148,9	-5,9	-5,1	0,962	0,967	-3,8	-3,3
2021	156,6	1,8	7,7	1,012	1,052	1,2	5,2
2022*	113,5	-41,3	-43,1	0,733	0,725	-26,7	-27,5

*\*попередні дані*

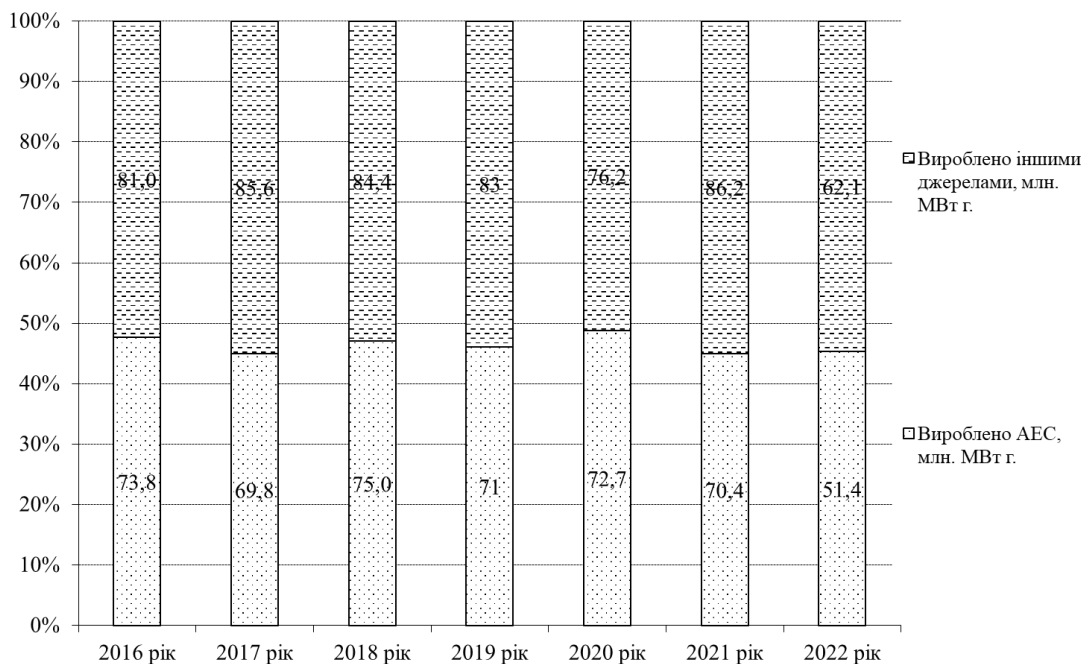
*Джерело: розраховано за даними [1].*

Виробництво електроенергії в Україні за підсумками 2022 року становило 113,5 млн. МВт г, що на 43,1 млн. МВт г, або на 27,5% менше чим в 2021 році та на 41,3 млн. МВт г, або на 26,7% менше чим в 2016 році. Значне падіння виробітку, в першу чергу пов'язане з втратою виробничих потужностей на захоплених ворогом територіях, а також з російськими ударами БПЛА і ракетами по енергетичній інфраструктурі та падінням споживання електроенергії.



Найбільшу кількість електроенергії в Україні виробляють АЕС, далі ТЕС та ТЕЦ, ГЕС та ГАЕС, ВЕС та СЕС, блок-станції.

Питома вага виробництва електроенергії АЕС в 2022 році рівна 54,7% від всієї виробленої електроенергії, що менше чим в 2021 році на 0,3% і більше чим в 2016 році на 2,4% (рис. 2.1).



**Рис. 2.1. Роль АЕС у виробництві електроенергії в Україні**

Динаміка виробництва електроенергії АЕС в Україні за 2016-2022 роки показана в таблиці 2.2.

*Таблиця 2*

**Розрахунок показників динаміки виробництва електроенергії АЕС в Україні за 2016-2022 роки, млн. МВт г.**

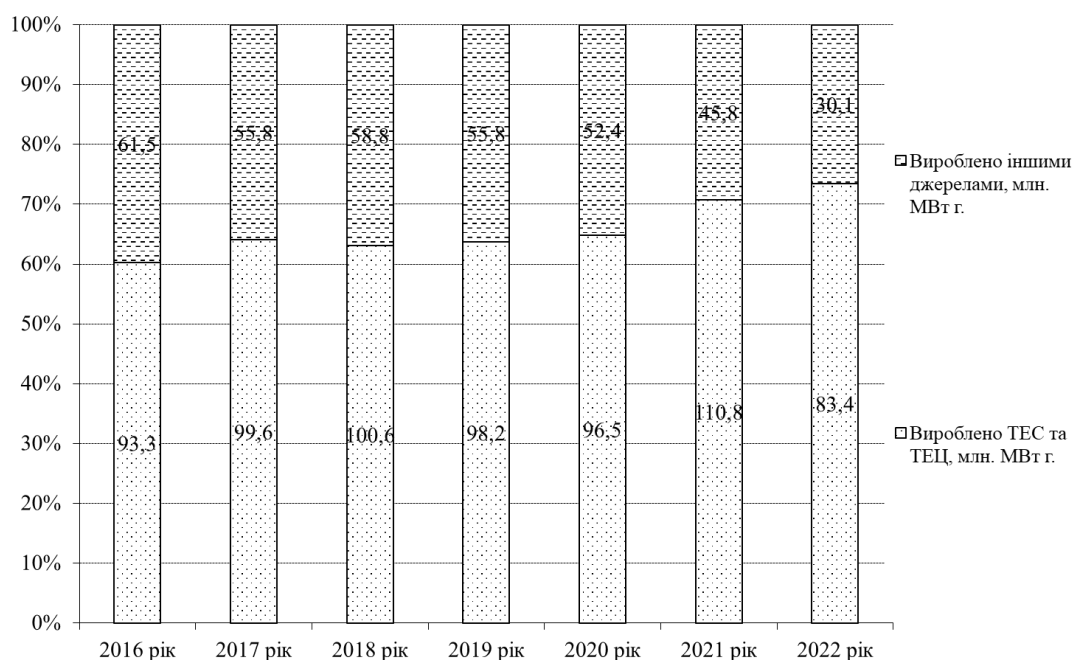
Роки	Вироблено, млн. МВт г.	Абсолютна зміна, млн. МВт г.		Темп зростання		Темп приросту, %	
		базисн.	ланц.	базисн.	ланц.	базисн.	ланц.
2016	81,0	-	-	-	-	-	-
2017	85,6	4,6	4,6	1,057	1,057	5,7	5,7
2018	84,4	3,4	-1,2	1,042	0,986	4,2	-1,4
2019	83,0	2,0	-1,4	1,025	0,983	2,5	-1,7
2020	76,2	-4,8	-6,8	0,941	0,918	-5,9	-8,2
2021	86,2	5,2	10,0	1,064	1,131	6,4	13,1
2022*	62,1	-18,9	-24,1	0,767	0,720	-23,3	-28,0

\*попередні дані

Джерело: розраховано за даними [1].

Виробництво електроенергії АЕС за підсумками 2022 року становило 62,1 млн. МВт г (57,4% від всього виробництва), що на 24,1 млн. МВт г, або на 28,0% менше чим в 2021 році та на 18,9 млн. МВт г, або на 23,3% менше чим в 2016 році.

Питома вага виробництва електроенергії ТЕС та ТЕЦ в 2022 році рівна 26,5% від всієї виробленої електроенергії, що менше чим в 2021 році на 2,7% і менше чим в 2016 році на 13,5% (рис. 2.2).



**Рис. 2.2. Роль ТЕС та ТЕЦ у виробництві електроенергії в Україні**

Динаміка виробництва електроенергії ТЕС та ТЕЦ в Україні за 2016-2022 роки показана в таблиці 2.3.

*Таблиця 2.3*

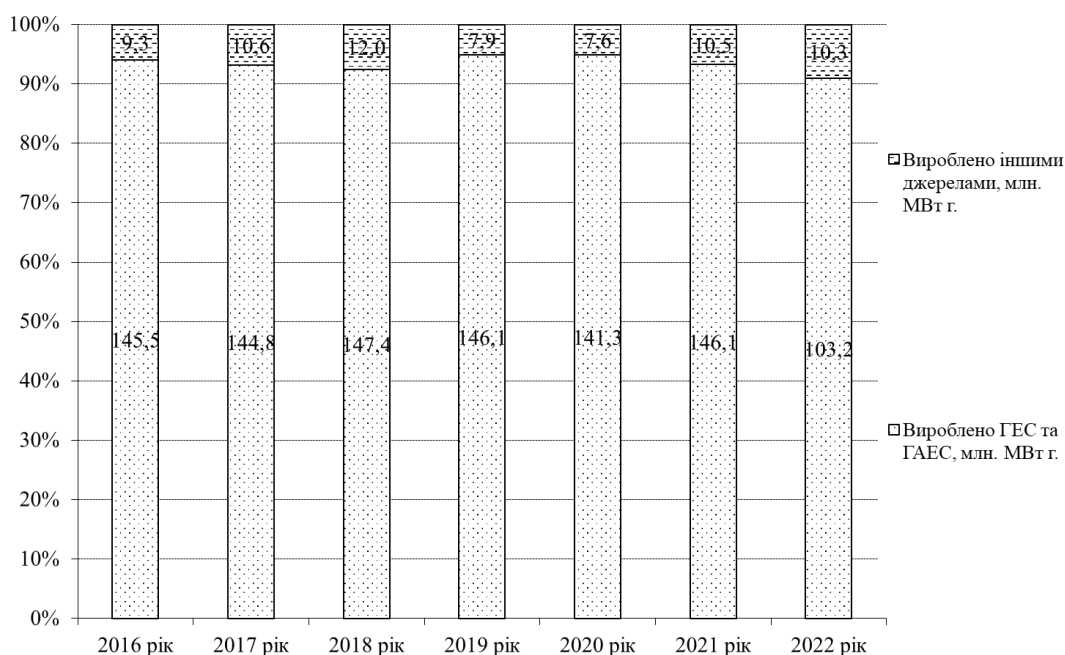
**Розрахунок показників динаміки виробництва електроенергії ТЕС та ТЕЦ в Україні за 2016-2022 роки, млн. МВт г.**

Роки	Вироблено, млн. МВт г.	Абсолютна зміна, млн. МВт г.		Темп зростання		Темп приросту, %	
		базисн.	ланц.	базисн.	ланц.	базисн.	ланц.
2016	61,5	-	-	-	-	-	-
2017	55,8	-5,7	-5,7	0,907	0,907	-9,3	-9,3
2018	58,8	-2,7	3,0	0,956	1,054	-4,4	5,4
2019	55,8	-5,7	-3,0	0,907	0,949	-9,3	-5,1
2020	52,4	-9,1	-3,4	0,852	0,939	-14,8	-6,1
2021	45,8	-15,7	-6,6	0,745	0,874	-25,5	-12,6
2022*	30,1	-31,4	-15,7	0,489	0,657	-51,1	-34,3

*Джерело: розраховано за даними [1].*

Виробництво електроенергії ТЕС та ТЕЦ за підсумками 2022 року становило 30,1 млн. МВт г (26,5% від всього виробництва), що на 15,7 млн. МВт г, або на 34,3% менше чим в 2021 році та на 31,4 млн. МВт г, або на 51,1% менше чим в 2016 році.

Питома вага виробництва електроенергії ГЕС та ГАЕС в 2022 році рівна 9,1% від всієї виробленої електроенергії, що більше чим в 2021 році на 2,4% і більше чим в 2016 році на 3,1% (рис. 2.3).



**Рис. 2.3. Роль ГЕС та ГАЕС у виробництві електроенергії в Україні**

Динаміка виробництва електроенергії ГЕС та ГАЕС в Україні за 2016-2022 роки показана в таблиці 2.4.

*Таблиця 2.4*

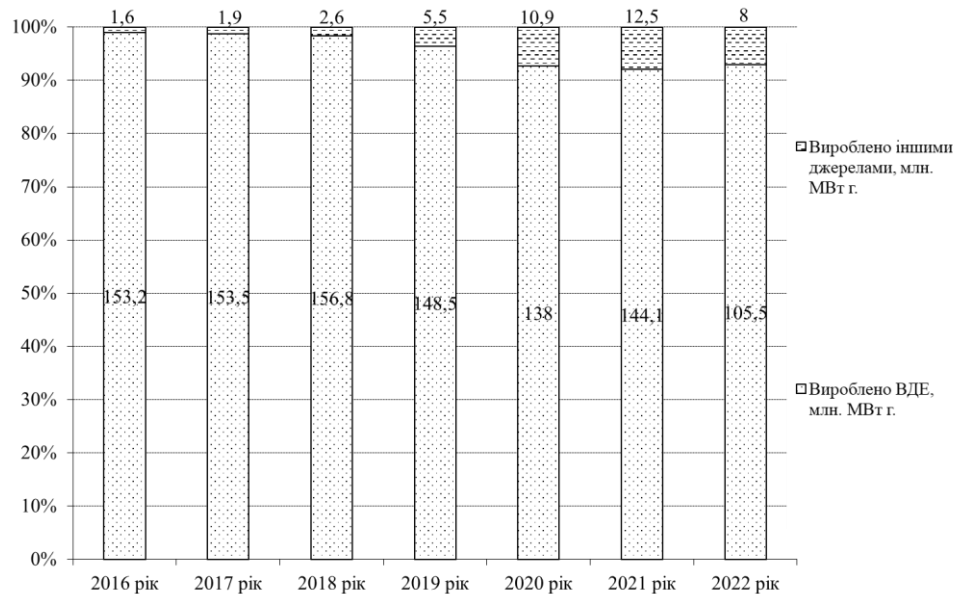
**Розрахунок показників динаміки виробництва електроенергії ГЕС та ГАЕС в Україні за 2016-2022 роки, млн. МВт г.**

Роки	Вироблено, млн. МВт г.	Абсолютна зміна, млн. МВт г.		Темп зростання		Темп приросту, %	
		базисн.	ланц.	базисн.	ланц.	базисн.	ланц.
2016	9,3	-	-	-	-	-	-
2017	10,6	1,3	1,3	1,140	1,140	14,0	14,0
2018	12,0	2,7	1,4	1,290	1,132	29,0	13,2
2019	7,9	-1,4	-4,1	0,849	0,658	-15,1	-34,2
2020	7,6	-1,7	-0,3	0,817	0,962	-18,3	-3,8
2021	10,5	1,2	2,9	1,129	1,382	12,9	38,2
2022*	10,3	1,0	-0,2	1,108	0,981	10,8	-1,9

Джерело: розраховано за даними [1].

Виробництво електроенергії ГЕС та ГАЕС за підсумками 2022 року становило 10,3 млн. МВт г (9,1% від всього виробництва), що на 0,2 млн. МВт г, або на 1,9% менше чим в 2021 році та на 1,0 млн. МВт г, або на 10,8% більше чим в 2016 році.

Питома вага виробництва електроенергії ВДЕ в 2022 році рівна 7,0% від всієї виробленої електроенергії, що менше чим в 2021 році на 0,9% і більше чим в 2016 році на 6,0% (рис. 2.4).



**Рис. 2.4. Роль ВДЕ у виробництві електроенергії в Україні**

Динаміка виробництва електроенергії відновлювальними джерелами в Україні за 2016-2022 роки показана в таблиці 2.5.

*Таблиця 2.5*

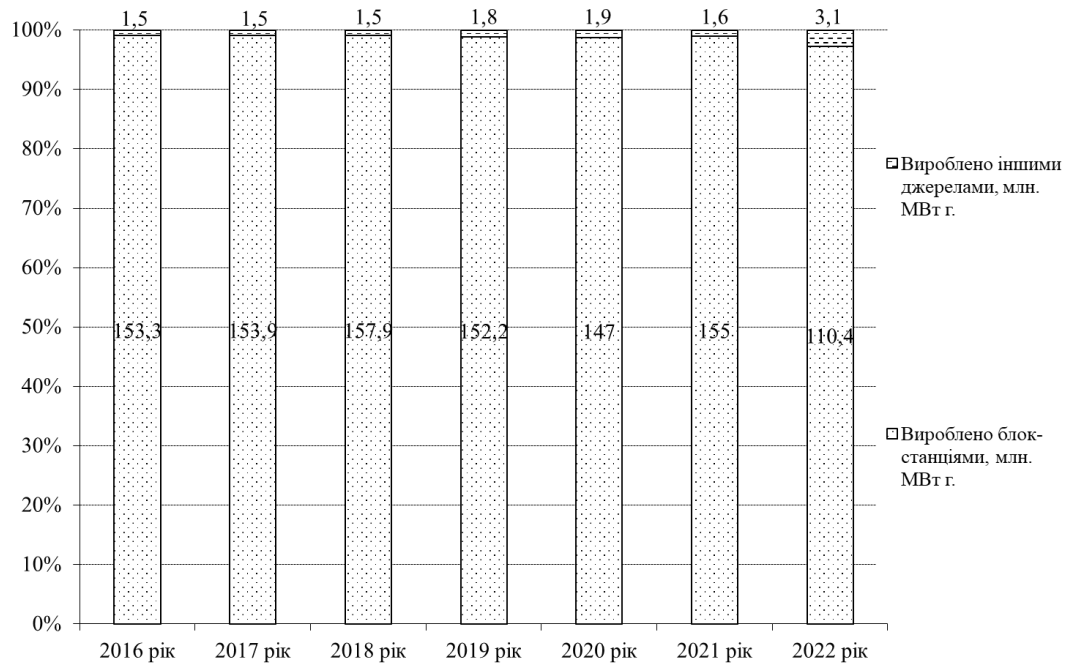
**Розрахунок показників динаміки виробництва електроенергії відновлювальними джерелами в Україні за 2016-2022 роки, млн. МВт г.**

Роки	Вироблено, млн. МВт г.	Абсолютна зміна, млн. МВт г.		Темп зростання		Темп приросту, %	
		базисн.	ланц.	базисн.	ланц.	базисн.	ланц.
2016	1,56	-	-	-	-	-	-
2017	1,90	0,34	0,34	1,218	1,218	21,8	21,8
2018	2,63	1,07	0,73	1,686	1,384	68,6	38,4
2019	5,54	3,98	2,91	3,551	2,106	255,1	110,6
2020	10,86	9,30	5,32	6,962	1,960	596,2	96,0
2021	12,53	10,97	1,67	8,032	1,154	703,2	15,4
2022*	8,02	6,46	-4,51	5,141	0,640	414,1	-36,0

*Джерело: розраховано за даними [1].*

Виробництво електроенергії ВЕС та СЕС та іншими поновлювальними джерелами за підсумками 2022 року становило 8,02 млн. МВт г (7,1% від всього виробництва), що на 4,51 млн. МВт г, або на 36,0% менше чим в 2021 році та на 6,46 млн. МВт г, або на 5,1 рази більше чим в 2016 році.

Питома вага виробництва електроенергії блок-станціями в 2022 році рівна 2,7% від всієї виробленої електроенергії, що більше чим в 2021 році на 1,7% і більше чим в 2016 році на 1,6% (рис. 2.5).



**Рис. 2.5. Роль БС у виробництві електроенергії в Україні**

Динаміка виробництва електроенергії блок-станціями в Україні за 2016-2022 роки показана в таблиці 2.6.

*Таблиця 2.6*

**Розрахунок показників динаміки виробництва електроенергії блок-станціями в Україні за 2016-2022 роки, млн. МВт г.**

Роки	Вироблено, млн. МВт г.	Абсолютна зміна, млн. МВт г.		Темп зростання		Темп приросту, %	
		базисн.	ланц.	базисн.	ланц.	базисн.	ланц.
2016	1,52	-	-	-	-	-	-
2017	1,53	0,01	0,01	1,007	1,007	0,7	0,7
2018	1,50	-0,02	-0,03	0,987	0,980	-1,3	-2,0
2019	1,77	0,25	0,27	1,164	1,180	16,4	18,0
2020	1,85	0,33	0,08	1,217	1,045	21,7	4,5
2021	1,58	0,06	-0,27	1,039	0,854	3,9	-14,6
2022*	3,12	1,60	1,54	2,053	1,975	105,3	97,5

Джерело: розраховано за даними [1].

Виробництво електроенергії блок-станціями за підсумками 2022 року становило 3,12 млн. МВт г (2,7% від всього виробництва), що на 1,54 млн. МВт г, або на 97,5% більше чим в 2021 році та на 1,60 млн. МВт г, або на 2,1 рази більше чим в 2016 році.

## **2.2. Вплив війни на електроенергетичну безпеку України**

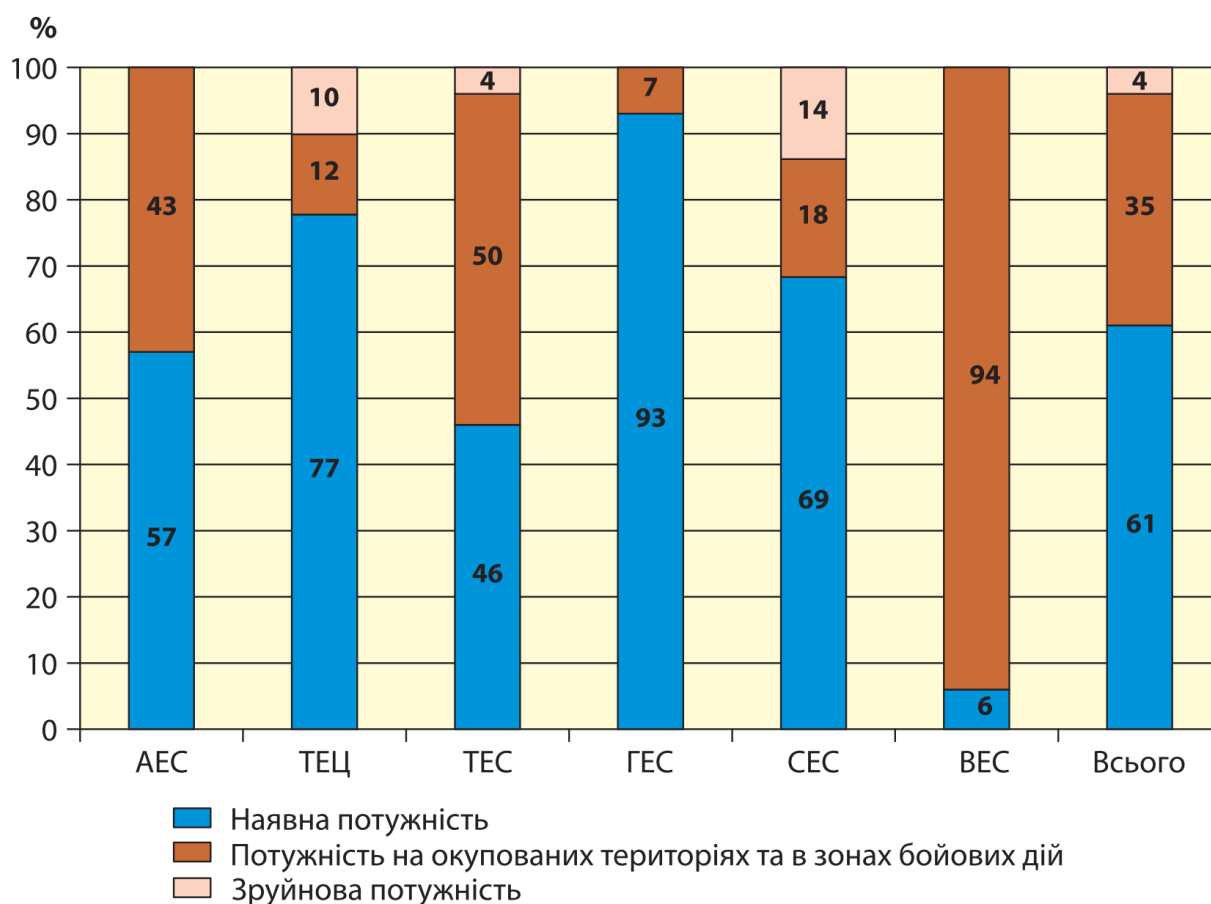
Ігнорування Україною впливу сусідньої країни на енергетичний потенціал країни, призвела до самих важких наслідків для економіки і електроенергетики України вже після початку українсько-російської війни. Не можливо недооцінити результати масованих атак російських сил на українську енергосистему.

Руйнація електроенергетичних об'єктів України почалася з перших місяців війни. Якщо спочатку окупанти били тільки по некритичних об'єктах, які мали вплив на окремі регіони: стосувалося ТЕЦ, які виробляють тепло та гарячу воду, і стосувалося ТЕС розташованих у зоні активних бойових дій. 10-11 жовтня 2022 року внаслідок тероризму росіян залишилися без електроенергії: агресори бити по критичних об'єктах електроенергетичної інфраструктури: по розподільчих пристроях, перемикачах та трансформаторах, щоб станції не могли з'єднатися з об'єднаною енергосистемою, пізніше загарбники переключилися на генерацію. Слід сказати, що Україна змогла впоратися з наслідками цієї атаки та всіх наступних.

Значне зниження обсягів використання електроенергії відбулося в результаті атак країни-агресора на українську електроенергетичну систему – споживання електроенергії скоротилося майже на 30%. Вороги захопили певну частину підприємств-виробників електроенергії, а досить велика частина електрогенеруючих потужностей України були повністю знищені. Втрати вітроенергетики оцінюють близько 90%, а фотоенергетики в 50%. Було захоплено ворогом найбільшу АЕС (43% від загальної потужності

АЕС, хоч і функціонує в електричній системі України, проте знаходиться в руках російських окупантів.), Каховську ГЕС знищено повністю, а більшість вугільних ТЕЦ та ТЕС, були зупинені тому, що більшість вугільних підприємств залишилися на окупованій території. Кожна з цих обставини деструктивно вплинула на економіку України, що призвело до зростання рівня бідності серед українського населення, а також зниження валового внутрішнього продукту. Сучасна Україна в умовах війни з Росією стикається з проблемами не тільки в гарантуванні національної безпеки, але й у можливості забезпечити стабільність роботи електроенергетичної сфери в умовах воєнної агресії [2].

Війна має дуже істотний негативний вплив на роботу української електроенергетичної галузі (рис 2.6).



**Рис. 2.6. Розподіл об'єктів електрогенерації України за операційною потужністю, МВт**

Джерело: [23]

Ситуація, що склалася спонукала Уряд України переглянути цінові обмеження на ринку електроенергії та навіть підвищити тарифи на електроенергію. Вірогідно ріст цін на електроенергію триватиме, і ми далекі від досягнення балансу в електроенергетичній сфері. Треба називати речі своїми іменами. У нас в країні є електроенергетична проблема, і затримка електроенергетичної трансформації лише збільшить витрати та негативно вплине на нашу безпеку. Сьогодні, маючи сусіда-агресора, Україні потрібне нове визначення електроенергетичної безпеки. І це має базуватися на електрифікації ключових секторів економіки та безперебійному постачанні електроенергії з джерел з нульовим рівнем викидів. Нам потрібне не лише нове визначення, а й новий підхід до даних та інформування суспільства про необхідні зміни. Необхідна аналітична підтримка з боку установ, відповідальних за планування та реалізацію електроенергетичної енергетичної трансформації [2].

Навіть під час війни, Уряд України продовжує роботу над законодавством, щоб зробити ринок електроенергії прозорим та більш саморегульованим. Триває реформа корпоративного управління в ключових електроенергетичних енергетичних компаніях. Урядовцями прийнято закон про запобігання маніпуляціям на енергетичних ринках. Найближчим часом буде прийнято рішення щодо підвищення ефективності функціонування сектору перспективної відновлюваної енергетики.

## **Висновки до розділу 2**

– загальне виробництво електроенергії в Україні на протязі 2022 року зменшилося на 27,5% в порівнянні минулим роком. Основним виробником електроенергії в 2022 році залишалися АЕС, впала питома вага ТЕС та ТЕЦ, та ВДЕ. Виробництво електроенергії на АЕС впало на 28%, на ТЕС та ТЕЦ – на 34,3%, на ГЕС та ГАЕС – на 1,9%, а генерація електроенергії відновлюваними джерелами енергії знизилася на 36%.



– значне падіння виробітку, в першу чергу пов'язане з втратою виробничих потужностей на захоплених ворогом територіях, а також з російськими ударами БПЛА і ракетами по енергетичній інфраструктурі та падінням споживання електроенергії.

– особливої уваги сьогодні набуває аналіз чинників, що впливають на ефективність і стійкість функціонування електроенергетичної галузі в умовах триваючих військових дій і досить ймовірних обстрілів електроенерго інфраструктури.

– від того як своєчасно і наскільки грамотно будуть враховані особливості атомної та теплової генерації, ефективності і продуктивності відновлювальних джерел енергії буде залежати комфорт і безпека життя населення України у холодну пору року.

– навіть під час війни, Уряд України продовжує роботу над законодавством, щоб зробити ринок електроенергії прозорим та більш саморегульованим.

## РОЗДІЛ 3. ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

### 3.1. Обґрунтування пріоритетів в забезпеченні електроенергетичної безпеки України в умовах війни та повоєнний період

Щоб убезпечити електроенергетику України, недостатньо дій лише енергетиків і військових. До створення безпечної енергосистеми повинні долучитися всі споживачі електроенергії нашої країни.

Основними чинниками убезпечення енергосистеми в 2023-2024 роках повинні стати:

- успішна робота ЗСУ та ППО. Більшість російських ракет не долітають до цілей, а 75-80% запущених дронів-камікадзе збивають наші захисники. Невідкладним є забезпечення військових необхідними знаряддями для збиття ворожих цілей, потрібні нові системи ППО та новітні глушники дронів;

- ефективна робота енергетиків і рятувальників, які швидко ліквідовувати наслідки російських ударів по енергосистемі. Завдяки цим парцівника труднощі з електрикою українці відчули лише через сім місяців повномасштабної війни;

- забезпеченість новим обладнанням та виділення коштів на його придбання. Україні від західних партнерів потрібні автоматика, кабелі, трансформатори, перемикачі. На складах енергетичних компаній України потрібно стопорити резерви обладнання для ремонту, яке не можна швидко доставити в Україну.

- співпраця із споживачами може стати основним чинником безпеки електроенергетики. Необхідність обмежувати споживання електрики буде зберігатися ще довго. Коли країна в пікові години зекономить лише 1%

електроенергії, це більше 100 мегават потужності, а це в свою чергу суттєво полегшить роботу енергосистеми і роботу диспетчерів.

Війна в Україні змінила думки про енергетичну трансформацію як в самій Україні та і в багатьох європейських державах; викривши слабкість реалізації великого цивілізаційного проекту, заснованого на згубній залежності від дешевих корисних копалин з росії. У результаті це змусить всіх шукати диверсифіковані джерела постачання ресурсів для виробництва електроенергії, а також більшу та швидшу технологічну диверсифікацію електроенергетичного сектору. У жовтні 2022 року увесь світ свідками руйнування половини енергосистеми України лише за десять днів, а це означає, що розподілені відновлювані джерела енергії є не лише екологічно чистими технологіями, а й зменшують ризики паралічу енергосистеми під час кризи.

Необхідно створити умови для використання електроенергії на місці виробництва шляхом побудови кластерів та енергетичних співтовариств, що стане хорошою основою для розвитку розподілених джерел енергії та їх інтеграції в енергетичну систему. Важливість розподілу джерел виробництва електроенергії та збалансування її споживання на місцях продемонструвала атака росії на Україну та знищення української критичної інфраструктури.

Без розширення енергетичних мереж, інвестування у розвиток відновлюваних джерел енергії, наприклад, шляхом прийняття законодавчого визначення накопичення енергії або законодавства про водневу економіку, буде важко збільшити кількість електроенергії.

Електрифікація нових галузей по принципу «зеленої енергетики», таких як освітлення, транспорт і опалення, дасть можливість покращити якість повітря, покращити умови життя та зменшити витрати, наприклад, на охорону здоров'я. Також ефективним рішенням буде використання водневої енергетики.

Стратегія сталого розвитку післявоєнної електроенергетики України повинна мати цілі, яких потрібно досягти. У створенні стратегії потрібно зробити 10 основних кроків:

1. Виявлення трендів та мегатрендів, що впливають на електроенергетику в розрізі «зеленої» і «водневої» енергетики.
2. Визначення нормативних вимог до «зеленої» і «водневої» енергетики.
3. Ідентифікація і відображення зацікавлених сторін.
4. Визначення потреб і очікувань зацікавлених сторін.
5. Визначення стратегічних напрямків розвитку «зеленої» і «водневої» енергетики з урахуванням аспектів розвитку, потреби зацікавлених сторін та аналіз конкуренції.
6. Визначення цілей «зеленої» і «водневої» енергетики.
7. Визначення показників для вимірювання прогресу в досягненні цілей.
8. Визначення ініціатив (дій) і визначення відповідальності за їх виконання організації.
9. Реалізація, моніторинг, звітність.
10. Комунікації.

Окрім очевидних переваг для навколишнього середовища, суспільства та економіки, стратегія сталого розвитку «зеленої» і «водневої» енергетики також приносить багато переваг електроенергетичному сектору, оскільки вона допомагає:

- знизити витрати на виробництво електроенергії;
- стимулювати інновації у виробництві електроенергії;
- згенерувати нові потужності;
- підтримувати конкурентоспроможність у довгостроковій перспективі;
- ефективно керувати репутацією та зміцнювати імідж електроенергетичного сектору в Україні та світі

Немає сумніву, що після закінчення війни Україна, так як прагне вступити до Євросоюзу, розпочне енергетичний перехід, підтверджений Паризькою угодою 2015 року, спрямований на повну декарбонізацію та перехід від забруднюючого палива до електроенергії з нейтральним викидом вуглецю. Розвиток розподіленої енергетики, що розуміється як джерела енергії, що працюють за різними технологіями, переважно для місцевих потреб і повертають лише надлишок виробленої енергії в національну енергосистему, ідеально вписується в реалізацію цієї мети. Зрештою, її основним елементом будуть самоорганізовані та територіально узгоджені міні- та мікромережі, оснащені розподіленими джерелами з високою автономністю та здатністю до саморегулювання. Така локальна енергетична трансформація вимагатиме поступової децентралізації власності та експлуатації розподільчих мереж на низькому та середньому рівні напруги до місцевих та регіональних суб'єктів господарювання, які значною мірою будуть бенефіціарами розвитку та фінансування енергетичної галузі на цій території. Однак енергетична автономія виділених територій стане реальністю лише тоді, коли будуть впроваджені та популяризовані активні електромережі, інтегровані з технологіями зберігання енергії в різних технологіях, особливо у «водневих». Інтелектуальні системи енергоменеджменту також стануть незамінним елементом у створенні енергетичної автономії. Їхня роль полягатиме, перш за все, в тому, щоб ефективно збалансувати енергетичні потреби автономних областей і таким чином пом'якшити місцеві наслідки збоїв у постачанні енергії.

Для досягнення цілей, пов'язаних з енергетичною трансформацією, Україні в післявоєнний період, необхідно буде докласти зусиль для рекапіталізації розподільчих мереж, як з точки зору створення нових елементів, так і з точки зору обслуговування та модернізації існуючих активів. У процесі енергетичної трансформації важливість розподільчих мереж продовжуватиме зростати (згідно з поточними прогнозами, очікуваний щорічний приріст загального попиту на електроенергію в

Україні до 2030 року перевищить 1,3%) [17], оскільки вони є критичним елементом діяльності що призводить до збільшення пропускної здатності мережі, потужності підключення до мереж розподілених відновлюваних джерел енергії та накопичувачів, а також гібридних установок, підвищення енергоефективності, активації послуги гнучкості (ця функція може зменшити деякі інвестиційні потреби в енергетичних мережах, знизити рівень технічні втрати, підвищення надійності електропостачання споживачів) і управління попитом, а також елемент, що забезпечує активну участь споживачів у перетворенні енергії. Тому вони є основою для постійної електрифікації.

Документом, який детально визначає потреби операторів розподільчих мереж щодо матеріальних інвестицій, стане удосконалення «Кодексу розподілу електроенергії». Суть удосконалення документу полягає, зокрема, у діагностиці ключових потреб, пов'язаних з експлуатацією електромереж, визначенні способу та джерел їх фінансування, а також регуляторних та законодавчих процесів у сфері мережевих інвестицій та отримання допомоги. коштів. Ослідження Яковюк І. В. та Цвеліх М. П. [17] показали, що трансформація енергії вимагатиме значних витрат на розвиток електромереж.

Вищенаведені факти є ще одним підтвердженням необхідності постійного інвестування в мережеву інфраструктуру. Це явище посилюється динамікою змін, що відбуваються на ринку електроенергії України в широкому розумінні – виробництво, передача та розподіл електроенергії, торгівля електроенергією, безпека. Нові інвестиції та інвестиції в мережеві активи також є важливим елементом формування конкурентної переваги на ринку електроенергії України в світі з точки зору забезпечення безпеки, надійності та безперервності енергопостачання.

### **3.2. Зарубіжний досвід розвитку електроенергетики: можливості для України**

Для вивчення зарубіжного досвіду розвитку електроенергетики звернемося, до досвіду найближчого сусіда – Польщі. Польща вже стала на шлях декарбонізації електроенергетики, а також її цифровізації, а Україна робить тільки перші кроки.

Польща щорічно імпортувала приблизно 20% вугілля (в основному для опалення домогосподарств і невеликих теплових установок), з яких приблизно 75% імпортованого вугілля надходило з росії. Для виробництва електроенергії електростанції переважно споживали вугілля з польських шахт (у 2021 році вугільні електростанції виробили 130 ТВт-год електроенергії, що становило понад 72% від загального виробництва електроенергії в усій енергосистемі).

Ці цифри та поточна геополітична ситуація показують, що необхідно вжити заходів, щоб зменшити залежність від імпорту сировини та, зрештою, стати незалежним від викопної сировини в електроенергетиці. Енергетична трансформація, яку здійснює Польща, яка передбачає розвиток джерел з низьким і нульовим рівнем викидів, є можливістю перевести економіку на сучасні рейки, щоб трансформація стала маховиком її розвитку. Здатність розвивати сучасні технології відновлюваної енергії та максимізувати участь польських, а на їх прикладі і українських підприємців, у нових галузях економіки буде ключовою: атомна енергетика, офшорна вітрова енергетика, фотоелектрична промисловість, біогаз і біометан, а також воднева економіка, орієнтована на майбутнє.

У документі від 2 лютого 2021 року Рада Міністрів Польщі прийняла Енергетичну політику Польщі до 2040 року. Ключовий стратегічний документа визначає довгострокову стратегію держави в енергетичному секторі та декларує послідовний і відповідальний шлях здійснення енергетичної трансформації Польщі. Енергетична політика Польщі до 2040

року (ЕПП2040) враховуватиме зміни в енергетичному балансі, а також необхідність забезпечення: енергетичної безпеки, справедливої трансформації, відновлення після пандемії COVID, стабільного ринку праці в енергетиці, сталого розвитку економіки країни та посилення її конкурентоспроможності з оптимальним використанням власних енергетичних ресурсів Польщі.

Метою ЕПП2040 є енергетична безпека – при забезпеченні конкурентоспроможності економіки, енергоефективності та зменшенні впливу енергетичного сектору на довкілля – з урахуванням оптимального використання власних енергетичних ресурсів. Основна ціль визначає вісім напрямів політики, розділених на сфери та деталізованих дванадцятьма стратегічними проектами. Вони є розширенням переліку проектів Стратегії відповідального розвитку у сфері «Енергетика». Перерахуємо ці напрямки:

- 1) Оптиміальне використання власних енергетичних ресурсів;
- 2) Розширення виробництва електроенергії та мережевої інфраструктури;
- 3) Диверсифікація поставок та розширення мережевої інфраструктури природного газу, сирої нафти та рідкого палива;
- 4) Розвиток енергетичних ринків;
- 5) Впровадження атомної енергетики;
- 6) Розвиток відновлюваних джерел енергії;
- 7) Розвиток теплопостачання та когенерації;
- 8) Підвищення енергоефективності економіки [1].

У рамках проекту ЕПП2040 заплановані заходи щодо розвитку інтелектуальних електромереж, які покликані забезпечити більш свідоме використання енергії, ефективне управління та зменшення втрат при збереженні високої якості електропостачання. Рішення у сфері інформаційних і телекомунікаційних технологій, такі як інтелектуальні телеметричні системи або системи автоматичного моніторингу, контролю, регулювання та мережевої безпеки, були визначені як ключові для цієї



концепції. Також важливим буде обмін даними між пристроями, що потребує поширення технології Інтернету речей. Крім того, ці заходи посилять позиції споживача електроенергії, адже оснащення домогосподарств інтелектуальними лічильниками, передбачене Стратегією, тісно пов'язане з побудовою інтелектуальної мережі [18].

Діяльність із застосуванням сучасних цифрових технологій для внесення змін в енергетичний сектор передбачає наступні заходи:

- розвиток інтелектуальних електромереж зі створенням оператора інформації про енергетичний ринок;
- впровадження цифрової системи зв'язку між операторами системи розподілу;
- збільшення використання низькоемісійних джерел енергії з використанням сучасних технологій;
- побудова системи збору даних для теплової карти;
- оснащення розумними лічильниками 80% домогосподарств до 2028 року [18].

ЕПП2040 визначає більшу різноманітність джерел енергії. Заплановане оновлення енергетичної політики Польщі до 2040 року передбачає більш ніж триразове збільшення запланованої потужності наземної вітрової та сонячної енергії. На кінець січня близько 60 відсотків всієї електроенергії, виробленої в Польщі, виробляється з вугілля. Розвиток відновлюваних джерел енергії в стратегії задекларовано такими темпами, які дозволять досягти частки відновлюваних джерел у структурі виробництва приблизно 50% у 2030 році. Це вище цільового показника ЄС у 42,3%. До 2040 року 73 відсотки енергії має надходити з відновлюваних джерел енергії. Встановлена фотоелектрична потужність має зрости до 129,7 ГВт до 2040 року. На кінець січня 2023 року вона становила 12,5 ГВт [2].

Нова ЕПП2040 включає малі модульні ядерні реактори (SMR). Уряд припускає, що перші такі блоки потужністю близько 300 МВт будуть побудовані до кінця 2030 року. Що стосується великої атомної енергетики,

то в планах на 2040 рік є т. зв. Корейський проект, запланований у Ратнów PGE та ZE PAK. У той же час інформація показує, що ЕПП2040 передбачає скорочення виробництва енергії як з газу, так і з вугілля в порівнянні з попередніми планами [19].

ЕПП2040 визначає інструменти енергетичного планування, прикладом яких є система збору даних для загальнонаціональної теплової карти. Доступ до таких баз даних дозволить регіонам і підприємцям оцінити потенціал розвитку тепломереж і когенерації, а новим інвесторам дасть інформацію про існуючу інфраструктуру [18].

ЕПП2040 підкреслює важливість кібербезпеки в енергетичному секторі, тобто забезпечення належного рівня безпеки інформаційних систем, які використовуються для надання ключових послуг [18].

Отже, поточна Енергетична політика Польщі до 2040 року направлена розвиток відновлюваних джерел енергії та передбачає зростання масштабів діяльності в енергетичному секторі із застосуванням сучасних цифрових технологій.

Одним із найважливіших кроків до цифровізації електроенергетики є Smart Grids. Завдяки їм можна гнучко управляти енергопотоками, адаптуватися до поточних потреб споживачів та оптимізувати витрати.

Ще одним важливим елементом цифровізації в енергетичній галузі є використання Інтернету речей (IoT). Датчики та пристрої IoT збирають дані в режимі реального часу, забезпечуючи точний моніторинг і управління енергетичними ресурсами. Такі рішення в поєднанні з передовими технологіями обробки даних дозволяють прогнозувати попит, виявляти збої та автоматично оптимізувати системи.

Переваги впровадження цих технологій важко переоцінити. Підвищується не тільки ефективність, але й безпека енергетичних мереж. Завдяки цьому енергетична галузь може реагувати на глобальні виклики, такі як зміна клімату чи зростання попиту на енергію.

Переваги впровадження сучасних технологій в енергетику очевидні. Однак, як і будь-який революційний процес, цифровізація в енергетичному секторі України може стикнутися з численними викликами, як показав досвід Польщі.

– по-перше, це правові перешкоди. Регулювання, яке часто є необхідним для безпеки та стабільності енергетичних систем, може пригнічувати інновації. Адаптація нормативних актів до технологічної реальності, що швидко змінюється, є ключем до ефективного впровадження цифрових рішень.

– по-друге, це технологічні проблеми. Впровадження передових систем вимагає не тільки значних фінансових витрат, але й спеціальних знань і навичок. Крім того, інтеграція нових рішень із існуючою інфраструктурою часто є досить складним завданням.

– по-третє, не можна забувати про аспект безпеки даних. В епоху кібератак і загроз конфіденційності енергетична галузь повинна приділяти особливу увагу захисту зібраної інформації. Збереження конфіденційності даних є надзвичайно важливим для суспільства в цілому.

Незважаючи на ці труднощі, цифровізація в енергетиці України, як показує позитивний досвід Польщі є неминучим процесом. Зрозумівши переваги сучасних технологій в енергетичній галузі та виклики на шляху до повної цифровізації, варто подумати про те, яким буде майбутнє цього сектору у світі, який стає все більш цифровим.

Після закінчення війни В Україні протягом наступних 10-20 років можна очікувати подальшої трансформації енергетичного сектору, в якій технології відіграватимуть ключову роль. Розумні енергетичні мережі стануть стандартом, що забезпечить ще ефективніше управління ресурсами. Крім того, передові алгоритми та штучний інтелект можуть сприяти автоматизації багатьох процесів і прогнозувати попит на енергію з безпрецедентною точністю. Та забезпечать підвищену безпеку електроенергетичного сектору.

### Висновки до розділу 3

– щоб забезпечити електроенергетику України, недостатньо дій лише енергетиків і військових. До створення безпечної енергосистеми повинні долучитися всі споживачі електроенергії нашої країни.

– війна в Україні змінила думки про енергетичну трансформацію як в самій Україні та і в багатьох європейських державах; викривши слабкість реалізації великого цивілізаційного проекту, заснованого на згубній залежності від дешевих корисних копалин з росії. У результаті це змусить всіх шукати диверсифіковані джерела постачання ресурсів для виробництва електроенергії, а також більшу та швидшу технологічну диверсифікацію електроенергетичного сектору.

– для вивчення зарубіжного досвіду розвитку електроенергетики звернемося, до досвіду найближчого сусіда – Польщі. Польща вже стала на шлях декарбонізації електроенергетики, а також її цифровізації, а Україна робить тільки перші кроки.

– електрифікація нових галузей по принципу «зеленої енергетики», таких як освітлення, транспорт і опалення, дасть можливість покращити якість повітря, покращити умови життя та зменшити витрати, наприклад, на охорону здоров'я. Також ефективним рішенням буде використання водневої енергетики.

– необхідно створити умови для використання електроенергії на місці виробництва шляхом побудови кластерів та енергетичних співтовариств, що стане хорошою основою для розвитку розподілених джерел енергії та їх інтеграції в енергетичну систему. Важливість розподілу джерел виробництва електроенергії та збалансування її споживання на місцях продемонструвала атака Росії на Україну та знищення української критичної інфраструктури.

## ВИСНОВКИ

Проведене теоретичне і практичне дослідження дає можливість зробити наступні висновки:

1. Енергетична безпека, як гарантія енергопостачання, зазвичай визначається стійкістю енергетичної системи до виняткових і непередбачуваних подій, які можуть загрожувати фізичній цілісності енергетичних потоків або призвести до нестримного зростання цін на енергію, незалежно від економічних причин. Таким чином, це частина системи національної безпеки, тому що надійний і постійний доступ до джерел енергії за ціною, яку може нести суспільство, є важливим елементом кожної сучасної економіки.

2. Основним виробником електроенергії в 2022 році залишалися АЕС, впала питома вага ТЕС та ТЕЦ, та ВДЕ. Виробництво електроенергії на АЕС впало на 28%, на ТЕС та ТЕЦ – на 34,3%, на ГЕС та ГАЕС – на 1,9%, а генерація електроенергії відновлюваними джерелами енергії знизилася на 36%. Виробництво електроенергії в Україні за підсумками 2022 року становило 113,5 млн. МВт г, що на 43,1 млн. МВт г, або на 27,5% менше чим в 2021 році та на 41,3 млн. МВт г, або на 26,7% менше чим в 2016 році. Виробництво електроенергії АЕС за підсумками 2022 року становило 62,1 млн. МВт г (57,4% від всього виробництва), що на 24,1 млн. МВт г, або на 28,0% менше чим в 2021 році та на 18,9 млн. МВт г, або на 23,3% менше чим в 2016 році. Виробництво електроенергії ТЕС та ТЕЦ за підсумками 2022 року становило 30,1 млн. МВт г (26,5% від всього виробництва), що на 15,7 млн. МВт г, або на 34,3% менше чим в 2021 році та на 31,4 млн. МВт г, або на 51,1% менше чим в 2016 році. Виробництво електроенергії ГЕС та ГАЕС за підсумками 2022 року становило 10,3 млн. МВт г (9,1% від всього виробництва), що на 0,2 млн. МВт г, або на 1,9% менше чим в 2021 році та на 1,0 млн. МВт г, або на 10,8% більше чим в 2016 році. Виробництво електроенергії ВЕС та СЕС та іншими поновлювальними джерелами за

підсумками 2022 року становило 8,02 млн. МВт г (7,1% від всього виробництва), що на 4,51 млн. МВт г, або на 36,0% менше чим в 2021 році та на 6,46 млн. МВт г, або на 5,1 рази більше чим в 2016 році. Виробництво електроенергії блок-станціями за підсумками 2022 року становило 3,12 млн. МВт г (2,7% від всього виробництва), що на 1,54 млн. МВт г, або на 97,5% більше чим в 2021 році та на 1,60 млн. МВт г, або на 2,1 рази більше чим в 2016 році. Значне падіння виробітку, в першу чергу пов'язане з втратою виробничих потужностей на захоплених ворогом територіях, а також з російськими ударами БПЛА і ракетами по енергетичній інфраструктурі та падінням споживання електроенергії.

3. Основними чинниками забезпечення енергосистеми в 2023-2024 роках повинні стати: успішна робота ЗСУ та ППО, ефективна робота енергетиків і рятувальників, забезпеченість новим обладнанням та виділення коштів на його придбання, співпраця із споживачами електроенергії у напрямку економії. Після закінчення війни В Україні протягом наступних 10-20 років можна очікувати подальшої трансформації енергетичного сектору, в якій технології відіграватимуть ключову роль, а також буде взято курс на декарбонізацію енергетики. Розумні енергетичні мережі стануть стандартом, що забезпечить ще ефективніше управління ресурсами. Крім того, передові алгоритми та штучний інтелект можуть сприяти автоматизації багатьох процесів і прогнозувати попит на енергію з безпрецедентною точністю. Та забезпечать підвищену безпеку електроенергетичного сектору. Електрифікація економіки по принципу «зеленої енергетики», таких як освітлення, транспорт і опалення, дасть можливість покращити якість повітря, покращити умови життя та зменшити витрати, наприклад, на охорону здоров'я. Також ефективним рішенням буде використання водневої енергетики.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бедик О. В. Аналіз інноваційної активності в розвитку сонячної енергетики та її вплив на енергетичну безпеку України. *Бізнес Інформ*. 2022. № 10. С. 33-40.
2. Галущенко Г. Україна реформує енергетичну сферу попри війну. URL: <https://mev.gov.ua/novyna/ukrayina-reformuye-enerhetychnu-sferu-porpy-viynu-herman-halushchenko> (дата звернення 29.10.2023).
3. Губарева І. О. Салашенко Т. І. Моніторинг електроенергетичної безпеки як інструмент державного регулювання ринку електроенергії України. *Проблеми економіки*. 2021. № 1. С. 11-20.
4. Денисюк М. Яким буде енергетичний сектор після війни. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/07/4/701854/> (дата звернення 28.10.2023).
5. Інформаційно-аналітичні випуски НТСЕУ про стан та перспективи паливно-енергетичного комплексу України. URL: <https://www.ntseu.net.ua/news/review-ntseu>
6. Кондратюк В. А., Верінов О. М., Письменний Є. М., Філатов В. І., Остапенко І. А.. Підвищення безпеки ядерної енергетики з урахуванням уроків важких аварій. *Ядерна та радіаційна безпека*. 2022. Вип. 3. С. 76-81.
7. Кухарець М. М., Шевцов Д. С. Енергетична стратегія 2040: що чекає на енергетичну галузь Польщі. Збірник праць учасників Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «*Інженерні процеси та системи*» (14-15 червня 2023 р.). Житомир: Поліський національний університет, 2023. С.153-156.
8. Кухарець М. М., Шевцов Д. С. Аналіз виробництва електроенергії в Україні за 2016-2022 роки. Матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції «*Біоенергетичні системи*». 15-17 листопада 2023 р. Житомир: Поліський національний університет, 2023. С. 140-141.

9. Кухарець М. М., Шевцов Д. С. Електроенергетичний сектор України: сучасні виклики. матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики «*Студентські читання–2023*» (25 жовтня 2023 р.) Житомир: Поліський національний університет, 2023. С. 135-137.

10. Маліновська О. Я., Височанська М. Я. Енергетична безпека України як головний критерій ефективності функціонування національної економіки. *Агроекологічний журнал*. 2023. № 1. С. 16-28.

11. Манжук І. В. Реформування ринку електричної енергії в контексті забезпечення енергетичної безпеки. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія : Право*. 2018. Вип. 48(1). С. 39-43.

12. Матійчук Л. П. Аналіз та оцінювання тенденцій формування індикаторів стану електроенергетичного ринку України як основного базису для формування її електроенергетичної безпеки *Актуальні проблеми інноваційної економіки та права*. 2023. № 1-2. С. 36-43.

13. Павлова О. М., Матійчук Л. П., Павлов К. В., Новосад О. В. Сутність енергетичної безпеки України в умовах трансформаційних змін *Актуальні проблеми інноваційної економіки*. 2021. № 2. С. 84-91.

14. Про схвалення Стратегії енергетичної безпеки: розпорядження КМУ від 4 серпня 2021 р. № 907-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/907-2021-%D1%80#Text> (дата звернення 28.10.2023).

15. Ткач Д. Які втрати понесла енергосистема України внаслідок масових атак з боку росії. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/2556> (дата звернення 30.10.2023).

16. Щуров І. В. Науково-методичний підхід щодо оцінювання результативності механізмів забезпечення енергетичної безпеки економіки. *Бізнес-навігатор*. 2022. Вип. 3. С. 33-37.



17. Яковюк І. В., Цвеліх М. П. Енергетична безпека Європейського Союзу в умовах російської агресії проти України. *Проблеми законності*. 2023. Вип. 160. С. 170-191.

18. PEP 2040: Więcej OZE, ale trzymamy się węgla. URL: <https://oko.press/pep-2040-pis-solidarna-polska>

19. Polityka Energetyczna Polski do 2040 r. (PEP2040). URL: <https://bip.mos.gov.pl/strategie-plany-programy/polityka-energetyczna-polski-do-2040-r/>