УДК 338.49:64.011.44(100)
JEL classification: K32, Q01, Q32
DOI: https://doi.org/10.20535/2307-5651.18.2021.231975

Войтко С. В.
доктор економічних наук, професор
ORCID ID: 0000-0002-2488-3210

Заінчковська М. М.
ORCID ID: 0000-0002-7598-9859

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИКИ ЯК СФЕРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЯ

STATE AND PROSPECTS OF THE DEVELOPMENT OF ENERGY INDUSTRY AS AN AREA OF LIFE QUALITY AND SAFETY ASSURANCE

У статті розглянуто вплив атомної енергетики на основні економічні та екологічні показники країни, зокрема на ВВП на душу населення, економічну незалежність, енергетичну незалежність, рівень викидів CO_2 та рівень життя населення. Висвітлено становлення енергетичної системи України та її сучасний стан. Зазначено частку та значимість кожної генерації для об'єднаної енергосистеми України. Акцентовано увагу на значимості атомної енергетики для економіки України. Зазначено фактори, що є визначними для розвитку генерації з огляду на Паризьку угоду та загальносвітові тенденції розвитку енергетики. Досліджено взаємозв'язок між рівнем розвитку атомної енергетичної сфери та загальним розвитком країни. У процесі дослідження розглянуто стан чотирьох ключових показників з різних сфер діяльності країни, що надають можливість оцінити загальний стан країни. Дослідження проводилось на Peer-групі країн, що мають атомні електростанції (АЕС) у структурі енергетики. Виконано порівняння рівня досліджуваних показників України та інших країн. Наведено динаміку зміни попиту на енергоресурси за останні 50 років. Звернено увагу на тенденції розвитку атомної генерації країн «Великої Сімки». Досліджено залежність показника рівня людського розвитку та частки атомної генерації в енергобалансі країн. Виявлено значимість атомної сфери в загальному розвитку енергетики України. Співставлено генеруючі потужності та реальне виробництво електроенергії в Україні. Зазначено зростання глобальної середньорічної температури з 1980 року. Виконано порівняння кількості викидів CO_2 при виробництві електроенергії на різних станціях та виявлено, що атомна генерація займає третє місце безпеці, після геотермальної та вітряної генерації. Порівняно викиди CO_2 у різних країнах, і визначено, що країни з великою часткою атомної енергетики мають менші рівні викидів, аніж інші. Підсумовано особливості атомної енергетики, що аргументують доцільність її подальшого розвитку в Україні.

Ключові слова: *енергетика, атомна енергетика, рівень життя, економічна безпека, ядерна генерація.*

The article considers the impact of nuclear energy on the main economic and environmental indicators of the country, including GDP per capita, economic independence, energy independence, CO_2 emissions, and living standards. The formation of the energy system of Ukraine and its current state are highlighted. The share and significance of each generation for the unified power system of Ukraine is indicated. The authors emphasize an importance of nuclear energy for the economy of Ukraine. The factors that are significant for the development of generation in view of the Paris Agreement and global trends in energy development are indicated. The relationship between the level of development of the nuclear energy sector and the overall development of the country has been studied. The study examines the state of four key indicators from different areas of the country, which provide an assessment of the general state of the country. The study was conducted on the Peer group of countries that have nuclear power plants (NPPs) in the energy structure. The level of the studied indicators among the group of countries and Ukraine is compared. The dynamics of change of the demand for energy for the last 50 years are indicated. An attention is paid to the development trends of the nuclear generation of the G7 countries. The dependence of the indicator of the level of human development and the share of atomic generation in the energy balance of countries have been studied. The significance of the nuclear sphere in the general development of energy of Ukraine is revealed. The generating capacities and the actual production of electricity in Ukraine are compared. The study shows an increase in the global average annual temperature since 1980. The amount of CO_2 emissions from electricity generation at different stations was compared, and it was found that nuclear generation is the safest. After geothermal and wind generation. The CO_2 emissions in different countries have been compared, and it has been determined that countries with a large share of nuclear energy have lower emission levels than others. The peculiarities of nuclear energy that argue the feasibility of its further development in Ukraine are summarized.

Keywords: *energy, nuclear energy, standard of living, economic security, nuclear generation.*

Вступ. Енергетика – стратегічно важлива галузь, що забезпечує функціонування економіки країни, її енергетичну та економічну незалежність від інших країн. Генерація електроенергії зростає щороку, оскільки попит на електроенергію тільки збільшується. Однак, саме енергетика – галузь, що найбільше забруднює навколишнє середовище викидами CO_2. Після прийняття Паризької кліматичної угоди у 2015 році електроенергія має бути не тільки дешева, а й екологічна, що стало поштовхом до зміни світової енергетичної структури. Впродовж останніх п'яти років спостерігається зменшення генерації електроенергії тепловими електростанціями та збільшення обсягів генерації електроенергії на електростанціях, що працюють на

© Войтко С. В., Заінчковська М. М., 2021

відновлюваних джерелах енергії, а саме використовують енергію води, Сонця та вітру.

Проблематика розвитку атомної енергетики на території України та порівняння атомної галузі в різних країнах досліджувалися у працях вітчизняних і західних вчених О. Бакая, В. Бар'яхтара [1], О.О. Корогодової, І. І. Прочан [2], О. Васильєва [3], А. Кудряченко [4] та інших. У працях зосереджені дослідження стану та перспектив розвитку атомної енергетики з огляду на минуле цієї генерації та її сучасні проблеми. Однак, енергетична сфера України суттєво залежить від розвитку атомної енергетики, оскільки АЕС генерують близько половини потужності всієї енергосистеми країни. У значної частки українських атомних енергоблоків строк експлуатації закінчується у найближчі десять років, що потребує заходів щодо заміни потужностей та продовження експлуатації вже зараз. Дослідження залежності розвитку ядерної генерації та основних економічних та екологічних показників стану країни є актуальними з огляду на становище атомної енергетики України.

У структурі української енергетики переважає атомна та теплова генерації, а відновлювана енергетика знаходяться на стадії розвитку та дотепер генерує незначний обсяг електроенергії (до 10% на 2019 рік). Основним в енергетичній стратегії України є вибір пріоритетного сектору та його подальший розвиток. Частка відновлюваної енергетики (ВДЄ) за реалістичним шляхом розвитку до 2030 року зможе виробляти близько 20% електроенергії України, що обумовлює потребу в потужній, стабільній та екологічній генерації, що зможе генерувати біля 70% електроенергії. Такою генерацією має бути атомна енергетика, яка на даному етапі виробляє понад половину електроенергії та випереджає теплову генерацію за всіма показниками ефективності та екологічності.

Постановка завдання. Основним завданням статті є висування та доведення гіпотези про те, що розвиток атомної енергетики впливає на соціально-економічний та екологічний стан країн та опосередковано визначає подальший розвиток енергетичного сектору загалом, а також інших енергомістких сфер зокрема. За основу подальшого стратегічного розвитку взято положення Паризької кліматичної угоди [1]. Відповідно до обраної мети, завданнями є: визначення ролі та місця енергетики у розвитку соціально-економічної системи; аналізування стану енергетичного сектору України; виявлення закономірностей економічної та енергетичної безпеки країн; дослідження зміни попиту на електроенергію; висвітлення залежності атомної енергетики та рівня життя населення, аналізування обсягів забруднення довкілля різними генераціями.

Методологія. У дослідженні використано такі методи: системний аналіз (задля дослідження динаміки та змін електроенергетичної галузі України), індукція, дедукція (при вивчені впливу розвитку атомної галузі на енергобезпеку країни в цілому), узагальнення і порівняння (під час аналізу показників дослідження по Peer-групі країн), а також метод графічного опису (у процесі візуалізації аналізованих даних).

Результати дослідження. Енергетична галузь – одна з забезпечуючих галузей країни, яка більшою мірою визначає енергонезалежність країни, при наявності оптимальних обсягів власних потужностей. Виступає на перше місце суперечність якісного енергозабезпечення потреб населення і промисловості з одного боку, та екологічність вироблення енергії з іншого боку. Саме цьому Німеччина та низка європейських країн змінили рух розвитку на більш дорогу, нестабільну, проте екологічну відновлювану енергетику. Саудівська Аравія та Білорусь почали будувати атомні електростанції, щоб зменшити частку теплоелектростанцій. Норвегія та країни з розвиненою річковою системою стали розвивати гідроелектростанції. Кожна країна вибрала свій шлях відповідно до її природних, економічних і політичних можливостей.

Енергетичний сектор України сформувався за часів СРСР. На жаль, натепер цей сектор знаходиться не у кращому стані та потребує модернізації та розвитку. Важливо для удосконалення цього сектору перейняти досвід розвинутих країн у розробці та реалізації стратегій розвитку окремих галузей. При формуванні довгострокової енергетичної стратегії слід враховувати міжнародні вимоги до енергетичної сфери, а саме екологічність та безпеку, стан і потенціал кожної окремої сфери енергетики України.

Зазначимо, що станом на 2019 рік 54,4% електроенергії України генерувалось на АЕС, 36% на теплоелектростанціях (ТЕС) і теплоелектроцентралях (ТЕЦ), 7,8% на гідроелектростанціях (ГЕС) і гідроакумулюючих електростанціях (ГАЕС), і тільки 1,8% на сонячних електростанціях (СЕС) і вітрових електростанціях (ВЕС). Ці дані свідчать про те, що основною енергетичною сферою України є атомна енергетика, що зумовлює її важливість для української економіки в цілому. Оскільки ядерна енергія посідає значну частку в енергобалансі нашої країни, то логічним у розвитку буде її подальша модернізація, що обумовлюється перевагами згенерованої електроенергії атомних станцій над іншими способами генерації: низька собівартість (відповідно й низька ціна на енергоринку), стабільне забезпечення споживачів електроенергією впродовж доби, незначні території, що займають споруди та будівлі АЕС, а також екологічність. Вище зазначене опосередковано визначає такі важливі складові розвитку країни, як енергетична та економічна безпека, рівень якості життя населення та зниження викидів вуглецю в атмосферу. Перераховані складові є так званими «маркерами», що показують незалежність, екологічність та успішність економіки України.

Зазначені складові розвитку країни можна охарактеризувати та оцінити низкою основних показників, що демонструють економічну незалежність країни та її енергетичну безпеку. Рівень енергетичної безпеки показує здатність країни задовольняти власні енергетичні потреби. На рис. 1 наведено рівень енергетичної безпеки країн, що експлуатують АЕС.

Провідні позиції за рівнем енергетичної безпеки мають Китай та США, всі інші країни значно поступаються їм. Україна у цій системі координат знаходиться поряд з Бельгією, Чехією, Румунією, ПАР та має середній показник безпеки на рівні 0,5.

При розрахунку цього показника враховується відсоток забезпечення країни власними енергоресурсами. Саме це пояснює місце України: потреби в електроенергії задовольняються власними обсягами генерації, проте попит на паливні енергоресурси задовольняється імпортом, що збільшує залежність української економіки від інших країн. Зазначене негативно впливає не тільки на енергетичну, а й на загальну безпеку країни.

Другим важливим показником незалежності країни є економічна безпека – показник, що визначає політичну незалежність та економічну самостійність країни. На рис. 2 зображено рівень економічної безпеки країн, що мають АЕС у координатах відсоткових значень безпеки країн і частки ядерної генерації в енергобалансі країни.

На основі аналізу місць розміщення країн у приведених координатах (рис. 2) високий рівень економічної безпеки мають Швейцарія, Канада, Великобританія, Швеція, Німеччина та Південна Корея. Це країни, що характеризуються стабільним розвитком економіки. Україна з усіх наведених країн має найменший показник, який є на рівні значень Ірану та Аргентини. Такий низький рівень пояснюється нестабільною економічною та політичною ситуаціями, що склалися на теренах нашої країни за останні роки.

Одним з показників економічного та соціального розвитку країни є рівень людського розвитку, що є комплексним показником, який зображує рівень і тривалість життя населення, доступ до освітніх і медичних послуг тощо.

Рівень життя населення більшою мірою визначається можливістю задоволення власних потреб, більша частина яких зосереджена на матеріальному та духовному комфорті. Комфорт сучасної Людини забезпечується наявністю та функціонуванням електричних пристроїв, що полегшують побут і підвищують рівень життя Людини.

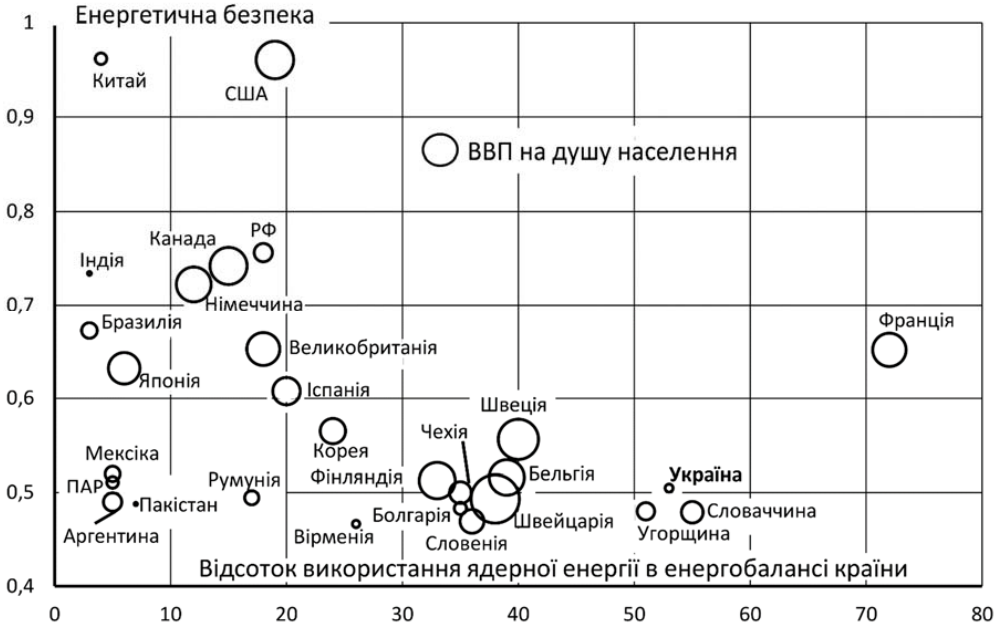

Рисунок 1 – Рівень енергетичної безпеки країн, що мають АЕС

Джерело: побудовано авторами за [6]

Рисунок 2 – Економічна безпека країн, що мають АЕС

Джерело: побудовано авторами за [6]

Поява нових електричних пристроїв збільшує сукупний попит на електроенергію, що зумовлює розвиток і необхідність підвищення потужностей енергетичної сфери в цілому (рис. 3).

На основі аналізу рис. 3 зазначимо, що за останні 20 років попит на електроенергію почав зростати ще більшими темпами. Саме тому країни збільшують власні потужності щодо генерації електроенергії. З кожним роком все більше пристроїв і технологій задля свого функціонування використовують електроенергію. Багато машин та обладнання, які у процесі функціонування використовують органічне паливо, переходять на електроенергію, адже вона є дешевшою.

Значне споживання електроенергії припадає на великі індустріально-розвинені країни, у тому числі країни «Великої Сімки». У всіх країнах «G7» та інших розвинених країнах для генерації використовуються, у тому числі, і атомні станції. Значна частина атомних електростанції розташована у Європі, Америці та Східній Азії. Більшість з цих країни мають досить високий показник людського розвитку. Задля дослідження залежності місця країни за людським розвитком і відсотком виробництва електроенергії країни на АЕС пропонується розглянути рис. 4.

Дослідження розміщення країн у координатах «відсоток атомної енергетики до загального виробництва» та «місце країни за рівнем людського розвитку» показує, що переважна кількість країн, які мають атомну енергетику, знаходяться у діапазоні від 1 до 50. До цієї групи належать країни «Великої Сімки», а також інші розвинені країни Європи. Слід звернути увагу, що Україна посідає «виокремлене» місце, адже більшість країн розташовується близько до осей, у той час як Україна та Вірменія знаходяться віддалено від осей та дещо осторонь від розміщення інших країн.

Отже, Україна має значну частку атомної енергії у загальній генерації в країні – біля 54%. Дещо вищий показник має Словаччина – 55%. Звернемо увагу, що така

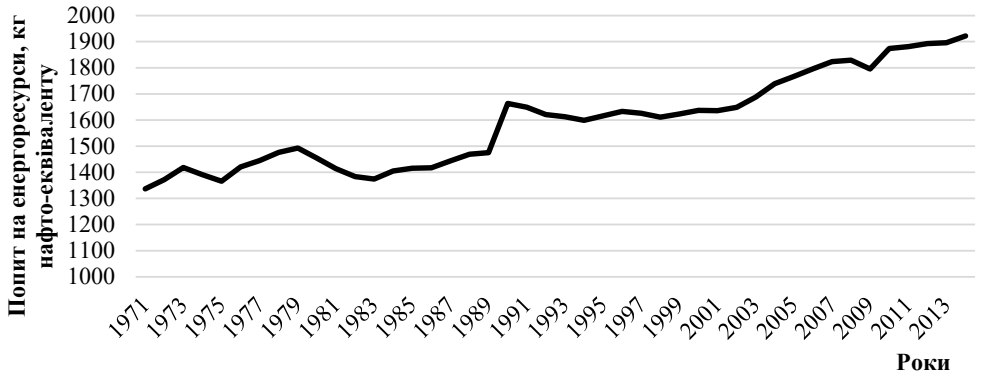

Рисунок 3 – Світовий попит на енергоресурси, у кілограмах нафтового еквівалента на душу населення 1997–2014 рр.

Джерело: побудовано авторами за [7]

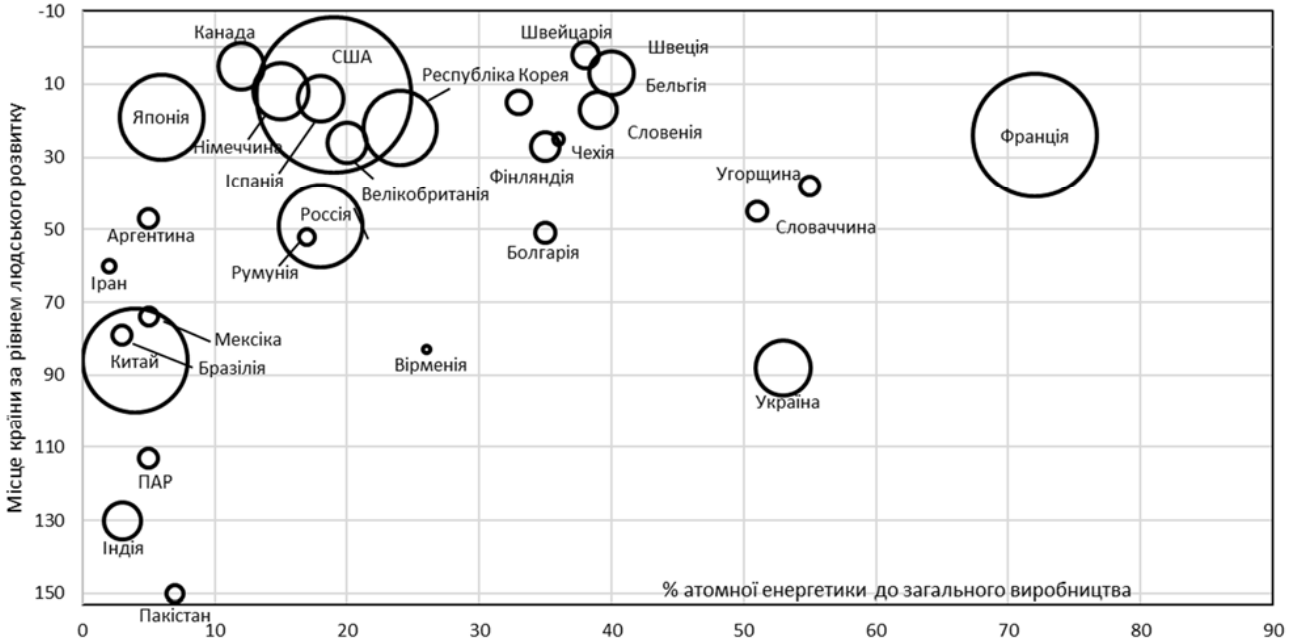

Рисунок 4 – Співвідношення виробництва електроенергії на АЕС та рівня людського розвитку

Джерело: побудовано авторами за [6]

країна «Великої Сімки» як Франція має найбільшу частину атомної генерації у загальній генерації електроенергії – 72%. У той же час близькими за місцем людського розвитку до України є Вірменія, Китай та Бразилія. Хоча у цих країнах відсоток атомної енергії у загальній генерації не перевищує 30%, а у Китаю та Бразилії – 10%.

Детальне дослідження розміщення країн у координатах, які зазначені вище, надає змогу стверджувати, що країни першої 30-тки знаходяться у діапазоні 10–40% частки атомної енергетики. Суттєва частка атомної енергетики (понад 30%) характерна для розвинених європейських країн. Винятком є Україна, яка, хоч і має значну частку генерації електроенергії на АЕС, проте займає 88 місце у світовому рейтингу людського розвитку. На рис. 4 площа кола відповідає загальній потужності атомних станції у певній країні. Спостерігається, що до першої трійки входять Китай, США та Франція, а Україна займає 7 позицію.

Значна частка генерації електроенергії України на АЕС забезпечує населення і підприємства стабільною та доступною електроенергією. Окрім атомних електростанцій Україна використовує ГЕС, ТЕС, СЕС та ВЕС (рис. 5).

Як зазначалося вище, значний відсоток електроенергії в системі України генерується на АЕС (54,4%) та на ТЕС (36,6%), і біля 10% припадає на «зелену» генерацію.

Починаючи з 2016 року енергетична система України та всього світу змінюється з врахуванням положень Паризької кліматичної угоди. Внаслідок виробничо-комерційної діяльності у сферах машинобудування, металургії, енергетики та інших клімат Землі змінюється, середньорічна температура піднімається, і загалом це явище називається глобальним потеплінням (рис. 6).

Один з вагомих факторів, що впливають на зростання середньосвітової температури є парниковий ефект, причиною якого є викиди CO_2. Головною метою Паризької кліматичної угоди є зменшення викидів CO_2 у атмосферу Землі, і тим самим затримання глобального потепління. Ці зміни не могли обійти енергетику, особливо ТЕС, оскільки саме цей вид станцій викидає найбільше CO2 та інших забруднювачів пові-

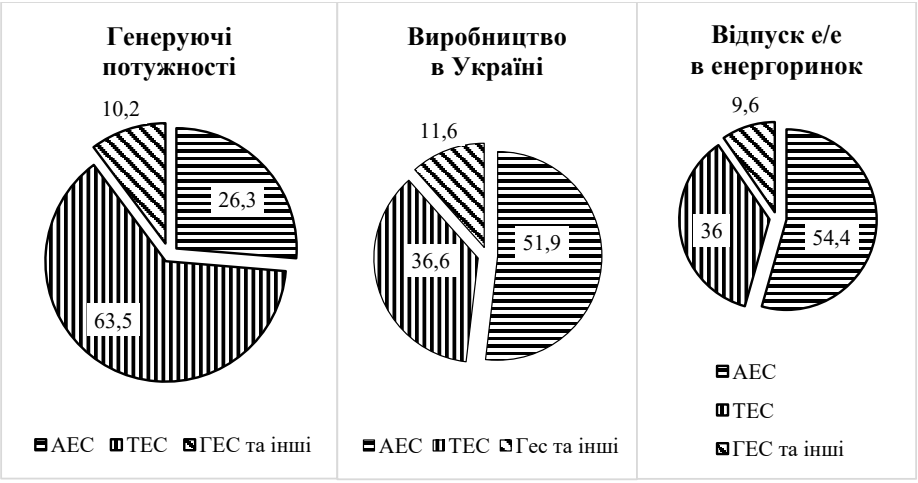

Рисунок 5 – Відсоток видів електростанцій у загальній генерації електроенергії

Джерело: побудовано авторами за [8]

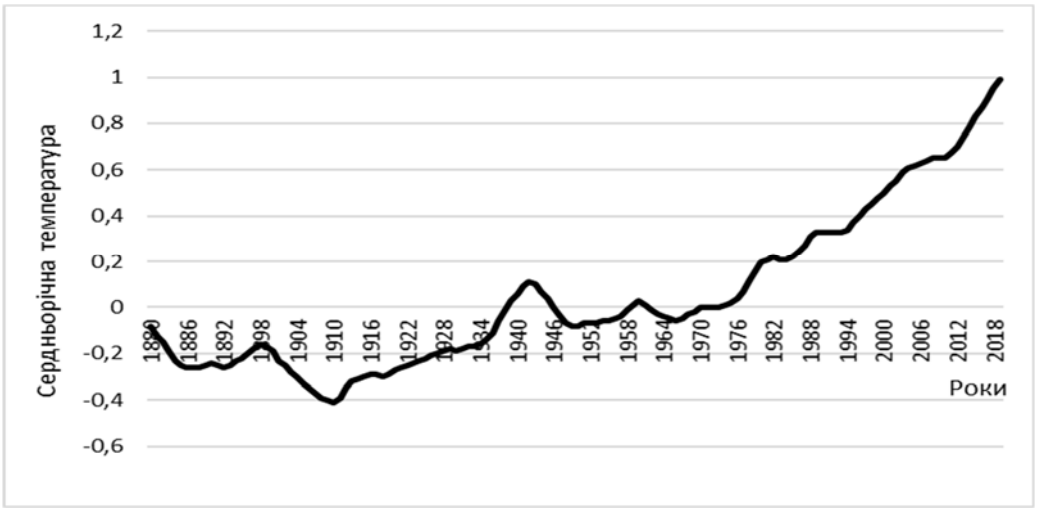

Рисунок 6 – Глобальна середньорічна температура 1980–2019

Джерело: побудовано авторами за [9]

тря порівняно з іншими типами генерації електроенергії (рис. 7).

Аналізуючи дані про обсяги викидів CO_2, констатуємо те, що серед традиційних типів генерації АЕС менше всього забруднює атмосферу цим газом. Отже, доцільним є ґрунтовне вивчення залежності відсотку використання атомної енергетики в енергобалансі країни та рівня викидів CO_2. На рис. 7 показано рівень викидів CO_2 у країнах, що мають атомну енергетику.

Значні обсяги CO_2 утворюються внаслідок спалення органічного палива, а саме вугілля та нафтопродуктів. Тобто значно шкідливою є технологія виробництва електроенергії на теплових станціях. Високий рівень викидів (більше 1 млрд т) мають Китай, США, Російська Федерація, Індія та Японія, що належним чином візуалізовано на рис. 2, де наведено розташування у координатах рівня викидів CO_2 та відсотку використання ядерної енергетики в енергобалансі країни. Зазначимо, що загальною рисою цих країн є досить розвинена промисловість і незначний відсоток атомної енергетики у загальному виробництві електроенергії (до 20%).

За числовим значенням рівня викидів CO2 Україна знаходиться поруч з Францією, яка також має значний відсоток атомної електроенергії. Проаналізувавши цей рисунок, можна дійти висновку, що країни, які активно використовують АЕС для генерації електроенергії, значно скорочують свої викиди CO2 в атмосферу. Оскільки ВДЕ (відновлювана енергетика) на теренах України натепер не спроможна повністю замінити теплові станції, то розвиток і збільшення обсягів генерації електроенергії на АЕС є одним з пунктів реалізації положень Паризької угоди.

Висновки. На підставі аналізу статистичної інформації функціонування сфери атомної енергетики у пло-

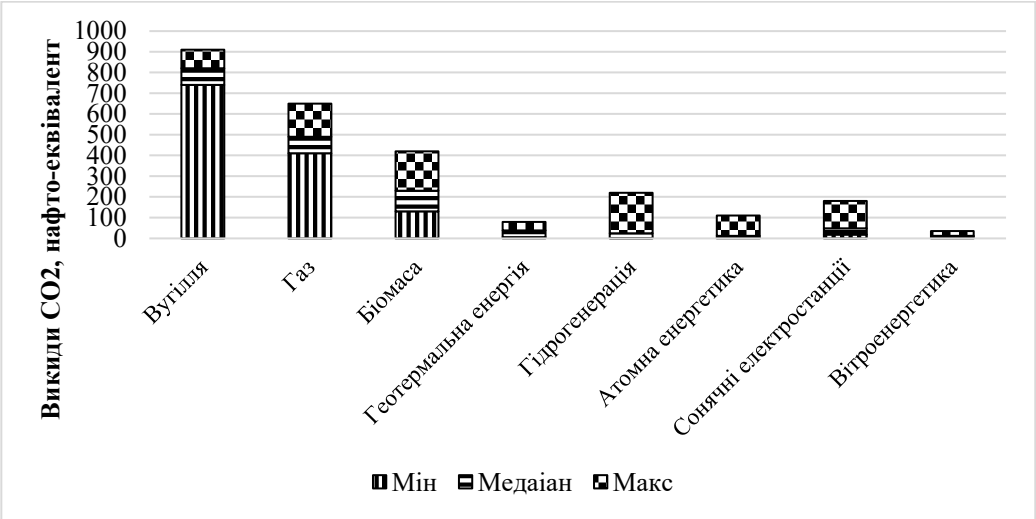

Рисунок 7 – Викиди CO_2 при виробництві електроенергії на різних станціях

Джерело: побудовано авторами за [8]

Рисунок 8 – Рівень викидів CO2 у атмосферу землі по країнах (тис. т)

Джерело: побудовано авторами за [6]

щині впливу неї на загальний стан економічної системи у явному вигляді виділяються такі закономірності:

1. Проведене дослідження світового досвіду показує, що розвиток атомної генерації має опосередкований вплив на зниження рівня викидів вуглецю та підвищення економічної безпеки та енергетичної незалежності країни. Зазначимо, що країни «Великої Сімки» мають значну частку АЕС у генерації електроенергії, що надає змогу зменшувати частку виробництва енергії на ТЕС, які використовують відносно дороге пальне та несуть негативний вплив на екологію, та розвивати відновлювану енергетику.

2. На підставі результатів проведеного аналізу, стверджуємо, що атомна генерація займає значуще місце в енергобалансі України, оскільки на АЕС генерується понад 50% електроенергії країни. Крім того, АЕС на рівні з відновлюваною енергетикою є екологічними видами генерації. Це повністю відповідає положенням Паризької кліматичної угоди. Отже, розвиток атомної енергетики та ВДЄ мають бути пріоритетними за декількох причин: обидва типи генерації відносяться до низьковуглецевої; енергетична система, у структурі якої буде ВДЄ, надасть можливість маневрувати потужністю генерації електроенергії за необхідністю (АЕС надає стале навантаження, ГЕС, ВЕС та СЕС можуть збільшувати потужність у періоди пікового навантаження, ГАЕС зможе використовуватись для використання надлишкової електроенергії в період спаду навантаження).

3. Джерела відновлюваної енергетики значно екологічніші за традиційні, проте за сучасних умов неспроможні повністю забезпечити потреби України в електроенергії. Серед традиційних джерел електроенергії більш негативно впливає на екологію саме ТЕС, виробіток електроенергії на яких, відповідно Паризької кліматичної угоди має скорочуватись, а потужності ТЕС мають замінюватись альтернативними способами генерації (СЕС, ВЕС, ГЕС).

Підсумовуючи, зазначимо, що енергетична стратегія України має бути націлена на розвиток атомної та відновлюваної енергетики. Саме така комбінація забезпечить Україні енергетичну небезпеку, стабільність та дотримання умов Паризької угоди. До сьогодні переважна кількість країн значну частину електроенергії виробляють на ТЕС, розвиток ВДЄ та АЕС дозволить звести використання шкідливого, дорогого та вичерпного викопного палива до мінімуму. Для впровадження цього плану в життя треба спроектувати роботу ОЕС України та розрахувати достатні необхідні потужності для її стабільного функціонування.

Література:

1. Паризька угода. Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_l61#Text (дата звернення: 10.03.2021).

2. Бакай О., Бар'яхтар В. Про нагальні проблеми атомної енергетики України. *Ядерна фізика: надії і тривоги людства. Світогляд : елекрон. наук. вид.* 2017. № 4. С. 36–40. URL: http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/136137/ (дата звернення: 10.03.2021).

3. Корогодова О.О., Прочан І.І. Порівняльний аналіз діяльності підприємств атомної енергетики України, США, Франції та Канади. *Підприємництво та інновації : електрон. наук. фахове вид.* 2017. С. 28–33. URL: http://www.ei-journal.in.ua/index.php/journal/article/view/108 (дата звернення: 10.03.2021).

4. Васильєв О.А. Модернізація АЕС як фактор підвищення енергетичної безпеки України. Модернізація і безпека розвитку в умовах глобалізації : зб. наук. праць. Київ : ДУ «Інститут всесвітньої історії НАН України», 2016. С. 55–62.

5. Кудряченко А.І. Ядерна безпека України. *Чорнобильська аварія і її вплив на перспективи атомної енергетики :* міжнародні виміри. Ядерна безпека України в контексті світового досвіду : зб. наук. праць. 2019. С. 44–60. URL: http://elibrary.ivinas.gov.ua/4744/1 /Chornobylska%20avariia%20i%20yii.pdf (дата звернення: 17.03.2021).

6. Worldbank Open Data. Дата оновлення: 18.03.2021. URL: https://data.worldbank.org/ (дата звернення: 17.03.2021).

7. Energy use (kg of oil equivalent per capita). World Bank. Дата оновлення: 18.03.2021. URL: https://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.PCAP.KG.OE (дата звернення: 19.03.2021).

8. Кошарна О. Ядерна енергетика як низьковуглецева технологія виробництва електроенергії. Весняна школа «Енергоатом». 2019. URL: http://energoatom.com.ua/ru/press_centr-19 (дата звернення: 20.03.2021).

9. Global Temperature Change. Дата оновлення: 18.03.2021. URL: https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/ (дата звернення: 20.03.2021).

References:

1. The Paris Agreement. Verkhovna Rada of Ukraine, available at: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_l61#Text (access date: 10.03.2021).

2. Bakay O. and Baryahtar V. (2017), "On the urgent problems of nuclear energy in Ukraine: Nuclear physics: hopes and anxieties of mankind", *Worldview,* №4. pp. 36–40, available at: http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/136137/ (accessed: 10.03.2021).

3. Korogodova O.O. And Prochan I.I. (2017), "Comparative analysis of the activities of nuclear energy enterprises of Ukraine, the United States, France and Canada", *Entrepreneurship and Innovation,* (4), p. 28–33, available at: http://www.ei-journal.in.ua/index.php/journal/article/view/108 (accessed: 10.03.2021).

4. Vasiliev O.A. (2016), "Modernization of nuclear power plants as a factor in improving Ukraine's energy security" *Modernization and security of development in the context of globalization: a collection of scientific papers.* Kyiv : State Institution "Institute of World History of the National Academy of Sciences of Ukraine", pp. 55–62.

5. Kudryachenko A.I. (2019), "Nuclear safety of Ukraine. The Chernobyl accident and its impact on the prospects of nuclear energy: international dimensions", *Collection of scientific papers "Nuclear safety of Ukraine in the context of world experience",* p. 44–60, available at: http://elibrary.ivinas.gov.ua/4744/1/Chornobylska%20avariia%20i%20yii.pdf (accessed: 17.03.2021).

6. Worldbank Open Data, available at: https://data.worldbank.org/ (accessed: 17.03.2021).

7. Energy use (kg of oil equivalent per capita). Worldbank, available at: https://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.PCAP.KG.OE (accessed: 17.03.2021).

8. O. Kosharna (2019) "Nuclear energy as a low-carbon technology of electricity production" Spring school "Energoatom", available at: http://energoatom.com.ua/ru/press_centr-190 (accessed: 19.03.2021).

9. Global Temperature Change, available at: https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/ (accessed: 20.03.2021).